

**STUDI MANAJEMEN KONSTRUKSI PROYEK REHABILITASI
BENDUNGAN SIMO DI KABUPATEN GROBOGAN
DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM
MICROSOFT PROJECT MANAGER 2016**

SKRIPSI

TEKNIK PENGAIRAN

KONSENTRASI HIDRO-INFORMATIKA

Ditunjukkan untuk memenuhi persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



RIZAL

NIIM. 175060401111024

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG**

2021

LEMBAR PENGESAHAN
STUDI MANAJEMEN KONSTRUKSI PROYEK REHABILITASI
BENDUNGAN SIMO DI KABUPATEN GROBOGAN
DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM
MICROSOFT PROJECT MANAGER 2016

SKRIPSI
TEKNIK PENGAIRAN
KONSENTRASI HIDRO-INFORMATIKA

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
 memperoleh gelar Sarjana Teknik



RIZAL
NIM. 175060401111024

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
 pada tanggal 21 Juni 2021

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Prof. Dr. Ir. Pitojo Tri Juwono, MT., IPU., ASEAN. Eng
NIP. 19700721 200012 1 001

Dr. Eng. Ir. Rivanto Haribowo, ST., MT., IPM
NIP. 19770424 200312 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan



Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS, IPM.
NIP. 19610131 198609 2 001



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang sepengetahuan saya, di dalam Naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA TEKNIK/Strata-1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

(Peraturan Menteri Pendidikan Nasional RI No. 17 Tahun 2010, Pasal 12 dan Pasal 13)

Malang, 21 Juni 2021

Mahasiswa,



Nama : Rizal

NIM : 175060401111024

Jurusan: TEKNIK PENGAIRAN



UNDANG – UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 20 TAHUN 2003 SISTEM PENDIDIKAN NASIONAL

Pasal 25 Ayat 3 :

Lulusan Perguruan Tinggi Yang Karya Ilmiahnya Digunakan Untuk Memperoleh Gelar Akademik, Profesi, Atau Vokasi Terbukti Merupakan Jiplakan Dicabut Gelarnya.

Pasal 70 :

Lulusan Yang Karya Ilmiah Yang Digunakan Untuk Mendapatkan Gelar Akademik, Profesi, Atau Vokasi Sebagaimana Dimakud Dalam Pasal 25 Ayat (2) Terbukti Merupakan Jiplakan Dipidana Penjara Paling Lama Dua Tahun Dan/Atau Pidana Denda Paling Banyak Rp. 200.000.000,00 (Dua Ratus Juta Rupiah).





**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA**



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 66/UN10.F07.14.11/TU/2021

Sertifikat ini diberikan kepada :

RIZAL

Dengan Judul Skripsi :

**STUDI MANAJEMEN KONSTRUKSI PROYEK REHABILITASI BENDUNGAN SIMO DI KABUPATEN GROBOGAN
DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM MICROSOFT PROJECT MANAGER 2016**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan
dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal **5 JULI 2021**

Ketua Jurusan Teknik Pengairan



Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS.,IPM.
NIP. 19610131 198609 2 001

Ketua Program Studi S1 Teknik Pengairan

Dr. Ir. Hari Siswoyo, ST., MT.
NIP. 19751212 200012 1 001

"VIVERE PERICOLOSO, memaknai frasa itu seyogyanya kita telah belajar arti fase dalam menjalani kehidupan"

- Rizal -

teriring ucapan terima kasih yang teramat dalam untuk;

Allah Subhanahu wa Ta'ala

Muhammad Shallallahu 'Alaihi wa Sallam

bapak dan bunda tercinta

kawan kawan saya di jurusan Teknik Pengairan



RINGKASAN

Rizal, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juni 2021, *Studi Manajemen Konstruksi Proyek Rehabilitasi Bendungan Simo di Kabupaten Grobogan dengan Menggunakan Microsoft Project Manager 2016*. Dosen Pembimbing: Prof. Dr. Ir. Pitojo Tri Juwono, MT., IPU., ASEAN.Eng., Dr.Eng. Ir. Riyanto Haribowo, ST., MT., IPM.

Bendungan Simo yang terletak di Desa Simo, Kecamatan Kradenan, Kabupaten Grobogan, Provinsi Jawa Tengah, Kondisi Bendungan Simo yang masuk dalam klasifikasi *very high hazard* atau masuk dalam kelas bahaya tinggi sehingga memerlukan tindakan rehabilitasi yang masuk dalam program *Dam Operation Improvement and Safety Project* (DOISP) dengan tujuan meningkatkan keamanan dan fungsi bendungan besar. Dalam pelaksanaan Rehabilitasi Bendungan Simo terdapat berbagai jenis pekerjaan, oleh karena itu diperlukan suatu penjadwalan yang baik untuk pengaturan penggunaan sumber daya, waktu pelaksanaan, dan biaya konstruksi secara efektif dan efisien dengan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016*.

Dalam studi ini, lingkup kerja yang dianalisis adalah pelaksanaan Rehabilitasi Bendungan Simo. Pekerjaan yang akan dikaji hanya pekerjaan sipil. Sebelum membuat jadwal proyek, langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan metode pelaksanaan dari setiap pekerjaan, untuk mendapatkan kebutuhan sumber daya. Setelah didapat kebutuhan sumber daya maka dilakukan perhitungan produktivitas alat, produktivitas pekerja, serta kebutuhan material sesuai spesifikasi teknis. Langkah selanjutnya menganalisis Harga Satuan Pekerjaan, setelah menganalisis harga satuan pekerjaan maka didapatkan Rencana Anggaran Biaya dengan cara mengalikan Harga Satuan Pekerjaan dengan volume setiap pekerjaan. Kemudian dilakukan estimasi durasi pekerjaan. Setelah didapatkan durasi dari setiap pekerjaan maka dilanjutkan dengan menentukan hubungan ketergantungan antar pekerjaan. Setelah itu menganalisis rencana kerja pelaksanaan proyek yang meliputi perkiraan waktu, anggaran pelaksanaan proyek, dan kebutuhan sumber daya dengan menggunakan dua alternatif. Alternatif yang akan dilakukan pada studi ini yaitu menambah durasi jam kerja harian dan menambah jumlah alat berat. Kemudian dilakukan penjadwalan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016*. Hasil yang berupa kebutuhan sumber daya per waktu, kurva S, dan jadwal pelaksanaan akan dievaluasi kembali berdasarkan perkiraan waktu, anggaran pelaksanaan pekerjaan, dan kebutuhan sumber daya. Apabila waktu pelaksanaan proyek mengalami percepatan maka dapat diambil kesimpulan alternative mana yang dipilih, begitu juga sebaliknya.

Berdasarkan hasil penjadwalan, pelaksanaan konstruksi Rehabilitasi Bendungan Simo dengan durasi 240 hari didapatkan rencana anggaran biaya sebesar Rp. 15.542.933.000,00 (Lima Belas Milyar Lima Ratus Empat Puluh Dua Juta Sembilan Ratus Tiga Puluh Tiga Ribu Rupiah). Setelah dilakukan percepatan jadwal proyek menggunakan alternatif penambahan jam kerja, didapatkan jadwal proyek dengan durasi 200 hari dengan rencana anggaran biaya sebesar Rp. 14.423.670.000,00 (Empat Belas Milyar Empat Ratus Dua Puluh Tiga Juta Enam Ratus Tujuh Puluh Ribu Rupiah). Sedangkan percepatan jadwal proyek dengan alternative penambahan alat berat dengan durasi 216 dengan rencana anggaran biaya sebesar Rp. 14.555.046.441,00 (Empat Belas Milyar Lima Ratus Lima Puluh Lima Juta

Seratus Ribu Rupiah). Berdasarkan hasil tersebut maka alternative yang dipilih untuk percepatan jadwal pelaksanaan konstruksi Rehabilitasi Bendungan Simo adalah alternative dengan penambahan jam kerja.

Kata Kunci : Penjadwalan, Jam Kerja, Alat Berat, *Microsoft Project Manager 2016*.



SUMMARY

Rizal, *Water Resources Engineering Department, Faculty of Engineering, Brawijaya University, June 2021, The Study of Construction Management of Simo Dam Rehabilitation Project in Grobogan Regency Using Microsoft Project Manager 2016*. Advisors: Prof. Dr. Ir. Pitojo Tri Juwono, MT., IPU., ASEAN.Eng., Dr.Eng. Ir. Riyanto Haribowo, ST., MT. IPM.

Simo dam is located at Simo village, Kradenan district, Grobogan regency, Central Java province. The condition of the Simo dam is classified as a very high hazard or in severe danger thus it needs rehabilitation action that is included as Dam Operation Improvement and Safety (DOISP) program to improve the safety and function of the large dam. There are some works on Simo Dam Rehabilitation execution, therefore it is needed the good scheduling for the management of resource utilization, time execution, and construction fee effectively and efficiently using Project Microsoft Manager (2016) program.

In this study, the analyzed work field is the execution of Simo Dam Rehabilitation. The work studied is civil work. Before making the project schedule, the first step that has to be done is determining the execution method from each work to get the resource requirements. After getting the resource requirements, then the calculation of tools productivity, worker productivity, also material requirements according to technical specification is conducted. The next step is analyzing the price of the work unit. After it has been done, the Budget Estimate Plan is obtained by multiplying The Price of the Work Unit by the volume of each work. Then, the estimation of working duration is implemented. After getting the duration of each work, it is continued by determining the dependency relation between works. Afterward, analyze the project execution work plan which covers estimated time, project execution budget, and resource requirements using two alternatives. The alternatives implemented in this study are adding the duration of daily working hours and the number of heavy equipment. Then, make the schedule using Microsoft Manager 2016 program. The result in the form of resource requirement per time, S curve, and executing schedule will be evaluated again based on the estimated time, working execution budget, and resource requirements. If the time of project executing experiences acceleration, it can be concluded which alternative to choose, and vice versa.

According to the scheduling result, the execution of Simo Dam Rehabilitation construction with the duration of 240 days, the obtained budget estimate plan is Rp. 15.542.933,00 (Fifteen Billion Five Hundred Forty-Two Million and Nine Hundred Thirty-Three Thousand Rupiah). After implementing the acceleration of project schedule by adding the working hours alternative, the obtained project schedule duration is 200 days with the amount of budget estimate plan is Rp. 14.423.670.000,00 (Fourteen Billion Four Hundred Twenty-Three Million and Six Hundred Seventy Thousand Rupiah). While the acceleration of project schedule by adding the number of heavy equipment alternative with the obtained duration is 216 days and budget estimate plan is Rp. 14.555.046.441,00 (Fourteen Billion Five Hundred Fifty Five Million and One Hundred Thousand Rupiah). Based on the result above, the alternative chosen for the acceleration of Simo Dam Rehabilitation construction executing schedule is the addition of working hours.

Keywords: *Scheduling, Working Hours, Heavy Equipment, Microsoft Project Manager 2016.*



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang maha pengasih dan penyayang, atas rahmat, taufik, hidayah, serta karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir dan laporan skripsi ini yang berjudul “Studi Manajemen Konstruksi Proyek Rehabilitasi Bendungan Simo di Kabupaten Grobogan dengan Menggunakan Program *Microsoft Project Manager 2016*”.

Sebagai salah satu kurikulum, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Jurusan Teknik Pengairan. Pelaksanaan dan Penyusunan laporan skripsi merupakan persyaratan yang harus dilakukan atau dipenuhi oleh setiap mahasiswa dalam menyelesaikan masa studinya. Laporan ini di susun berdasarkan pelaksanaan kegiatan di lokasi studi, serta laporan ini juga di ambil dari referensi pustaka-pustaka yang ada. Saya berharap, mudah mudahan laporan ini akan bermanfaat dan dapat menambah perbendaharaan khasanah ilmu pengetahuan khususnya di bidang pengairan

Dalam pelaksanaan tersebut, sejak dari pengajuan izin data, kunjungan ke lapangan, dan hingga tersusunnya laporan ini telah banyak mendapat bantuan baik yang berupa bimbingan maupun fasilitas. Dalam kesempatan kali ini penyusun mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua Orang Tua, adik, serta seluruh keluarga atas segala doa dan dukungannya.
2. Ibu Dr. Ir. Ussy Andayawanti, MS., IPM selaku Kepala Jurusan Teknik Pengairan.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Pitojo Tri Juwono, MT., IPU., ASEAN. Eng. dan Bapak Dr. Eng. Ir. Riyanto Haribowo, ST., MT., IPM. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, materi revisi, serta pengarahan dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Ir. Very Dermawan, ST., MT. dan Ibu Dr. Eng. Evi Nur Cahya, ST., MT. selaku dosen penguji yang memberikan evaluasi, materi revisi, serta pengarahan dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. Moh. Sholichin, MT., P.hD. selaku dosen pembimbing Akademik yang memberikan dukungan dan masukan dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir.
6. Bapak Muhammad Adek Rizaldi, ST., M.Tech. selaku Kepala Balai Besar Wilayah Sungai dan Ibu Dina Noviadiana, ST., MT. selaku Kepala Bidang Operasional dan Pemeliharaan Sumber Daya Air (OPSDA) Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali Juana yang telah mengizinkan dan mempercayakan kepada saya untuk melaksanakan studi manajemen konstruksi pada Proyek Rehabilitasi Bendungan Simo di Kabupaten Grobogan.

7. Bapak Dr. Ir. H. Dandy A. Yani, MM. selaku Direktur Utama PT. Aria Jasa Konsultan yang telah memberikan fasilitas dan data penunjang selama proses penyusunan skripsi.
8. Bapak H. Soetarjo, ST. selaku Direktur Utama PT. Sumber Karsa Indah Utama yang telah mengizinkan dan mempercayakan kepada saya untuk melaksanakan studi manajemen konstruksi pada Proyek Rehabilitasi Bendungan Simo di Kabupaten Grobogan.
9. Bapak Sri Winoto, ST. selaku *Project Manager* dan Bapak Eko Suryanto, ST. selaku Manager Lapangan PT. Sumber Karsa Indah Utama yang telah memberikan banyak masukan dan ilmu dalam penyusunan materi Tugas Akhir.
10. Mas Prasetyo Agung, ST., Mas Rudianto, ST., Mba Primasanti Nurista, ST., Mas Ilham Bolota, ST., Mas Aldi Nugraha, ST., Mas Saiful Arifin, Cindi Fatikasari, dan Cak Soni di kantor PT. Aria Jasa Konsultan yang telah memberikan semangat dan masukan dalam penyusunan Tugas Akhir.
11. Sukma Dewi Ayu atas segala dukungan, semangat dan motivasinya selama penyusunan Tugas Akhir.
12. Damarendro Wihandaru Putra selaku Ketua Himpunan Mahasiswa Pengairan periode 2020/2021 dan teman teman fungsionaris yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam penyusunan Tugas Akhir.
13. Eva Bernadine & Ika Wiji Astuti yang telah menemani ketika studi lapangan. Chaterine Grace Maulina, ST. yang telah memberikan masukan dan semangat selama penyusunan Tugas Akhir.
14. Ardi Ainur Rizky selaku Ketua Angkatan Pengairan 2017 yang telah menjaga saya selama di Malang, Seluruh Teman-teman Teknik Pengairan 2017, atas segala dukungan, semangat dan motivasinya, serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini yang tidak mungkin disebut satu persatu.

Akhir kata penyusunan mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna kesempurnaan tugas ini, serta penyusunan berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat.

Malang, 21 Juni 2021

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SIMBOL.....	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Pendahuluan.....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	2
1.3. Rumusan Masalah.....	3
1.4. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan	4
1.6. Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pengertian Manajemen Proyek	7
2.2 Metode Pelaksanaan Pekerjaan.....	10
2.3 Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	11
2.4 Produktivitas Alat Berat	12
2.5 Metode Perhitungan Alat Berat	13
2.5.1. Metode Perhitungan Alat Berat	13
2.5.2. Perhitungan Produktivitas Alat Berat	16
2.6 Produktivitas Pekerja.....	26
2.7 Metode Pelaksanaan Pekerjaan.....	27
2.8 Durasi Pekerjaan.....	30
2.9 Biaya Pelaksanaan Proyek.....	31
2.10 Analisis Harga Satuan Pekerjaan.....	32
2.11 Alokasi Sumber Daya	34
2.12 Logika Ketergantungan Pekerjaan.....	35
2.13 Network Planning (Perencanaan Jaringan Pekerjaan).....	36

2.13.1. Definisi <i>Network Planning</i>	36
2.13.2. Manfaat <i>Network Planning</i>	37
2.13.3. Dasar-Dasar <i>Network Planning</i>	37
2.14 Menentukan Jadwal Pelaksanaan Proyek	38
2.15 Meratakan Penggunaan Sumber Daya.....	47
2.16 Penerapan Program Komputer dalam Proyek Konstruksi	47
2.16.1. Microsoft Project Manager 2016.....	48
2.16.2. Penggunaan Microsoft Project Manager 2016	49
2.16.3. Kelebihan dan Kekurangan <i>Microsoft Project Manager 2016</i>	53
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	55
3.1. Deskripsi Daerah Studi.....	55
3.1.1. Lokasi Daerah Studi	55
3.1.2. Studi Terkait Survey Penelusuran Data Teknis Bendungan Simo	57
3.1.3. Kondisi Lokasi Studi	63
3.1.4. Permasalahan Bendungan Simo	65
3.2. Uraian Desain Rehabilitasi	66
3.2.1. Tubuh Bendungan.....	66
3.2.2. Pengerukan Sedimen	68
3.2.3. <i>Checkdam</i>	69
3.2.4. <i>Spillway</i> dan Bronjong.....	71
3.2.5. Penyediaan Air Baku	73
3.2.6. Perbaikan Jalan dan Drainase	75
3.2.7. Instrumentasi Keamanan Bendungan	76
3.3. Lingkup Pekerjaan.....	77
3.4. Metode Pengumpulan Data	78
3.5. Metode Pengerjaan Skripsi.....	79
3.6. Diagram Alur Pengerjaan Skripsi.....	83
3.7. Diagram Alur Penggunaan Program <i>Microsoft Project Manager 2016</i>	84
BAB IV ANALISA	85
4.1. Rencana Kerja Pelaksanaan Proyek	85
4.1.1. Perhitungan Volume Pekerjaan	85
4.1.2. Perhitungan Produktivitas Alat.....	88
4.1.3. Analisis Harga Satuan Pekerjaan.....	93
4.1.4. Analisis Rencana Anggaran Biaya	97

4.1.5.	Perhitungan Estimasi Durasi Pekerjaan.....	103
4.1.6.	Logika Ketergantungan Pekerjaan.....	104
4.1.7.	Analisa Kebutuhan Sumber Daya.....	107
4.2.	Penjadwalan Proyek dengan Program <i>Microsoft Project Manager 2016</i> ...	119
4.2.1.	Penyusunan Jaringan Kerja.....	119
4.4.2.	Optimasi Jadwal Proyek.....	127
4.3.	Lintasan Kritis	136
4.4.	Analisis Penjadwalan Setelah Durasi Proyek Dipercepat	138
4.4.1.	Percepatan Jadwal Proyek Dengan Penambahan Jam Kerja	138
4.4.2.	Percepatan Jadwal Proyek Dengan Penambahan Alat Berat.....	138
4.5.	Evaluasi Perubahan Waktu dan Biaya Setelah Dipercepat.....	151
4.6.	Evaluasi Kurva S dan Cetak <i>Gantt Chart Ms. Project Manager</i>	152
4.6.1.	Kurva S	152
4.6.2.	<i>Gantt Chart Ms. Project Manager</i>	154
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	155
5.1.	Kesimpulan.....	155
5.2.	Saran	156
DAFTAR PUSTAKA		

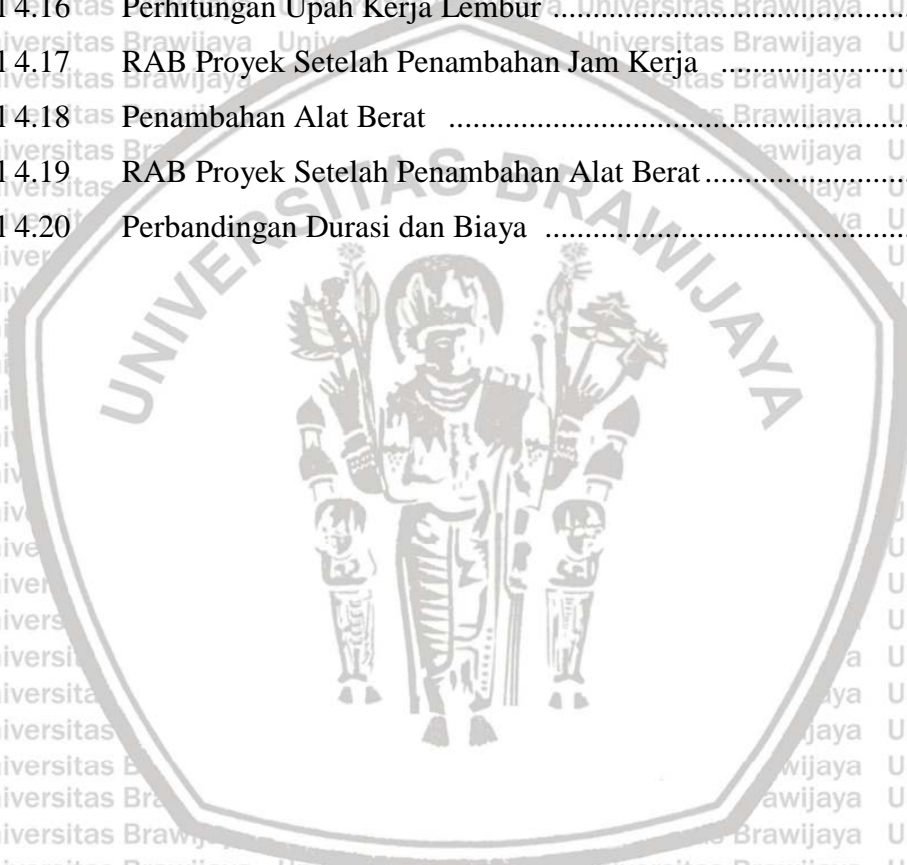


(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Faktor Konversi Bahan untuk Volume Tanah atau Bahan Berbutir	14
Tabel 2.2	Faktor Efisiensi Alat	15
Tabel 2.3	Faktor-Faktor yang Berpengaruh pada Produktivitas Alat	15
Tabel 2.4	Faktor Bucket (<i>bucket fill factor</i>) (<i>F_b</i>) untuk <i>Excavator</i>	17
Tabel 2.5	Faktor Konversi Galian (<i>F_v</i>) untuk Alat <i>Excavator</i>	17
Tabel 2.6	Faktor Efisiensi Kerja Alat (<i>F_a</i>) <i>Excavator</i>	17
Tabel 2.7	Faktor Efisiensi Alat <i>Dump Truck</i>	19
Tabel 2.8	Kecepatan <i>Dump Truck</i> dan Kondisi Lapangan	19
Tabel 2.9	Faktor Efisiensi Kerja Alat (<i>F_a</i>) <i>Motor Grader</i>	23
Tabel 2.10	Faktor <i>Bucket</i> (<i>F_b</i>) untuk <i>Wheel Loader</i>	24
Tabel 2.11	Kapasitas Alat pada Beberapa Jenis Bahan	26
Tabel 3.1	Data Teknis Bendungan Simo	58
Tabel 3.2	Kejadian Longsor pada Bendungan Simo 10 tahun terakhir	60
Tabel 3.3.	Data Teknis Bendungan Simo	60
Tabel 3.4.	Dana Teknis Bendungan Simo	61
Tabel 3.5.	Kejadian Longsor pada Bendungan Simo 10 Tahun Terakhir	65
Tabel 4.1	Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan Rehabilitasi Bedungan Simo	86
Tabel 4.2	Perhitungan Koefisien Alta Berat Pekerjaan Galian Tanah	89
Tabel 4.3	Perhitungan Koefisien Alat Berat Pekerjaan Galian Tanah Sedimen	90
Tabel 4.4	Perhitungan Koefisien Alat Berat Pekerjaan Timbunan Tanah Kembali	91
Tabel 4.5	Perhitungan Koefisien Alat Berat Pekerjaan Buangan Tanah Sedimen Sejauh 1 – 2 Km	92
Tabel 4.6	Perhitungan Koefisien Alat Berat Pekerjaan Buangan Tanah Sedimen Sejauh 2 – 5 Km	93
Tabel 4.7	Harga Satuan Pekerjaan Pemasangan <i>Geosintetic Clay Liner</i>	94
Tabel 4.8	Harga Satuan Pekerjaan Pemasangan Lapisan Filter Pasir	95

Tabel 4.9	Rekapitulasi Harga Satuan Pekerjaan Proyek Rehabilitasi Bendungan Simo	95
Tabel 4.10	Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo	98
Tabel 4.11	Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo	103
Tabel 4.12	Hubungan Ketergantungan Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo	105
Tabel 4.13	Analisa Sumber Daya Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo	111
Tabel 4.14	RAB Proyek Setelah di Optimasi Sumber Daya	134
Tabel 4.15	Lintasan Kritis	137
Tabel 4.16	Perhitungan Upah Kerja Lembur	138
Tabel 4.17	RAB Proyek Setelah Penambahan Jam Kerja	139
Tabel 4.18	Penambahan Alat Berat	145
Tabel 4.19	RAB Proyek Setelah Penambahan Alat Berat	149
Tabel 4.20	Perbandingan Durasi dan Biaya	151



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Tiga Kendala Sasaran Proyek (<i>triple constraint</i>).....	8
Gambar 2.2	Proses Manajemen Proyek.....	9
Gambar 2.3	Stakeholder Proyek Konstruksi.....	10
Gambar 2.4	<i>Concrete Vibrator</i>	16
Gambar 2.5	<i>Concrete Vibrator</i>	16
Gambar 2.6	<i>Dump Truck</i>	18
Gambar 2.7	<i>Vibrator Roller</i>	19
Gambar 2.8	<i>Water Tanker</i>	20
Gambar 2.9	<i>Concrete Mixer</i>	20
Gambar 2.10	<i>Concrete Mixer</i>	21
Gambar 2.11	<i>Motor Grader</i>	22
Gambar 2.12	<i>Wheel Loader</i>	24
Gambar 2.13	<i>Tandem Roller</i>	25
Gambar 2.14	<i>Tamper</i>	25
Gambar 2.15	Ilustrasi Pekerjaan Galian Tanah.....	28
Gambar 2.16	Ilustrasi Pekerjaan Galian Tanah.....	29
Gambar 2.17	Ilustrasi Pekerjaan Pemasangan Bronjong.....	30
Gambar 2.18	Hubungan Peristiwa dan Kegiatan pada AOA.....	40
Gambar 2.19	Potongan Jaringan kerja AOA dengan penempatan ES, LS, EF, dan LF.....	41
Gambar 2.20	Perhitungan Maju.....	42
Gambar 2.21	Perhitungan Maju.....	42
Gambar 2.22	Perhitungan Mundur.....	42
Gambar 2.23	Perhitungan Mundur.....	43
Gambar 2.24	Model Node PDM.....	43
Gambar 2.25	Perhitungan Maju pada PDM.....	45
Gambar 2.26	Perhitungan Mundur pada PDM.....	45
Gambar 2.27	Contoh Bagan Balok (<i>Barchart</i>).....	46
Gambar 2.28	Tampilan Awal Microsoft Project Manager 2016.....	49

Gambar 2. 29	Penyusunan Kalender Kerja Proyek	50
Gambar 2. 30	Penyusunan <i>Network Planning</i>	51
Gambar 2. 31	Sumber Daya yang dibutuhkan selama Proyek	52
Gambar 3. 1	Citra Lokasi Waduk Simo	56
Gambar 3. 2	Peta Lokasi Waduk Simo	56
Gambar 3. 3	Kondisi Sekitar Waduk Simo	63
Gambar 3. 4	Skema Jaringan Irigasi Waduk Simo	64
Gambar 3. 5	Lokasi Pompa Warga di Waduk Simo	64
Gambar 3. 6	Kondisi Longsor Lereng Bendungan Hilir	65
Gambar 3. 7	Kondisi Sedimentasi di sekitar <i>Spillway</i> dan <i>Intake Tower</i>	66
Gambar 3. 8	<i>Layout</i> Rencana Rehabilitasi dan Desain Bendungan Simo	67
Gambar 3. 9	Detail Rehabilitasi Tubuh Bendungan	68
Gambar 3. 10	<i>Layout</i> Rencana Pengerukan Sedimen Waduk Simo	69
Gambar 3. 11	<i>Layout</i> Rencana Lokasi <i>Checkdam</i>	70
Gambar 3. 12	Denah dan Potongan <i>Checkdam</i>	70
Gambar 3. 13	<i>Layout</i> Rencana Rehabilitasi <i>Spillway</i>	71
Gambar 3. 14	Denah dan Potongan <i>Spillway</i>	72
Gambar 3. 15	Rencana Rehabilitasi Bronjong	72
Gambar 3. 16	<i>Layout</i> Rencana Jarigan Air Baku <i>Intake</i> - Tandon	73
Gambar 3. 17	Denah dan Potongan <i>Intake</i>	74
Gambar 3. 18	Denah Gorong-gorong <i>Intake</i>	74
Gambar 3. 19	Denah Ambang Lebar	75
Gambar 3. 20	<i>Layout</i> Rencana Rehabilitasi Jalan	76
Gambar 3. 21	<i>Layout</i> Rencana Pemasangan Instrumentasi Keamanan Bendungan	77
Gambar 3. 22	Diagram Alur Pengerjaann Skripsi	83
Gambar 3. 23	Diagram Alur Pengerjaan <i>Microsoft Project 2016</i>	84
Gambar 4.1	Membuat Lembar Kerja Baru	120
Gambar 4.2	Penyusunan Kalender Kerja Proyek	121
Gambar 4.3	Menentukan Tanggal Dimulainya Proyek	122
Gambar 4.4	Menentukan Pekerjaan Proyek Pada Kolom <i>Task Name</i>	122
Gambar 4.5	Mengelompokkan Pekerjaan Proyek	123
Gambar 4.6	Megisikan Durasi Pekerjaan	124
Gambar 4.7	Penyusunan Jaringan Kerja	126
Gambar 4.8	Sumber Daya yang Dibutuhkan Selama Proyek	126

Gambar 4.9	Menginput <i>Resources</i> ke <i>Task Name</i>	127
Gambar 4.10	Garfik <i>Excavator 80 – 140 Hp</i> Sebelum di Optimasi	129
Gambar 4.11	Garfik <i>Excavator 80 -140 Hp</i> Setelah di Optimasi	130
Gambar 4.12	Garfik <i>Wheel Loadel 1,0 m³</i> Sebelum di Optimasi	130
Gambar 4.13	Garfik <i>Wheel Loadel 1,0 m³</i> Setelah di Optimasi	131
Gambar 4.14	Grafik Molen Sebelum di Optimasi	131
Gambar 4.15	Grafik Molen Setelah di Optimasi	132
Gambar 4.16	Hasil Durasi dan Biaya	133
Gambar 4.17	Tampilan Tas Usage Optimasi Sumber Daya	133
Gambar 4.18	<i>Critical Task</i> pada <i>Gant Chart</i>	137
Gambar 4.19	Kalender Kerja Lembur	140
Gambar 4.20	Memasukkan Upah Lembur pada Menu <i>Resources Sheet</i>	141
Gambar 4.21	Hasil Perubahan Durasi Pekerjaan dan Total Biaya Akibat Lembur	141
Gambar 4.22	Tampilan Task Usage Akibat Lembur	142
Gambar 4.23	Garfik <i>Excavator 80 -140 Hp</i> Setelah Penambahan Alat	146
Gambar 4.24	Garfik <i>Baby Roller</i> Setelah Penambahan Alat	147
Gambar 4.25	Grafik <i>Dump Truck 12 Ton</i> Setelah Penmbahan Alat	148
Gambar 4.26	Hasil Perubahan Durasi Pekerjaan dan Total Biaya Penambahan Alat Berat	148
Gambar 4.27	Tampilan Task Usage Akibat Penambahan Alat Berat	148
Gambar 4.28	Perbandingan Kurva S dari Perencanaan Penjadwalan Pekerjaan Rehabilitas Simo	153
Gambar 4.29	Cetak <i>Gantt Chart</i>	154



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Dokumentasi Lapangan.....	159
Lampiran 2.	Metode Pelaksanaan Pekerjaan.....	169
Lampiran 3.	Harga Satuan Pekerjaan.....	199
Lampiran 4.	Grafik alat berat setelah optimasi.....	217
Lampiran 5	Kurva S.....	225
Lampiran 6	<i>Gantt Chart</i>	229
Lampiran 7	Gambar <i>DED</i> Rehabilitasi Bendungan Simo.....	239





(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR SIMBOL

Besaran Dasar

Satuan dan Singkatan

Simbol

Volume Pekerjaan	Lumpsum	Ls
Volume Pekerjaan (Kubik)	m ³	V
Volume Pekerjaan (Luasan)	m ²	A
Waktu Kerja	Jam	Tk
Waktu Siklus	Menit	Ts
Kapasitas Produksi Alat	m ³ /jam	Q1
Kecepatan Rata-Rata Alat	Km/jam	v





(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan

BBWS

DOISP

HSP

K3

OH

OJ

PPN

PUPR

RAB

SNI

Nama

Balai Besar Wilayah Sungai

Dam Operation Improvement and Safety Project

Harga Satuan Pekerjaan

Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Orang Hari

Orang Jam

Pajak Pertambahan Nilai

Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Rencana Anggaran Biaya

Standar Nasional Indonesia





(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Pendahuluan

Bendungan disamping memiliki manfaat yang besar, juga menyimpan potensi bahaya yang besar pula. Bendungan yang runtuh akan menimbulkan banjir bandang yang dahsyat sampai jauh ke hilir yang akan mengakibatkan timbulnya banyak korban jiwa, harta benda, fasilitas umum dan kerusakan lingkungan yang sangat parah di daerah hilir. Keberhasilan pemantauan perlu didukung dengan kegiatan inspeksi (pemeriksaan) rutin, inspeksi berkala, dan inspeksi luar biasa dan khusus. Inspeksi berkala terdiri dari inspeksi berkala biasa yang dilakukan setiap ½ tahun dari inspeksi besar yang harus dilakukan sekurang-kurangnya satu kali dalam kurun waktu 5 tahun. Inspeksi besar, pada dasarnya adalah merupakan kegiatan Pemeriksaan bendungan secara menyeluruh terhadap aspek teknis dalam rangka evaluasi keamanan suatu bendungan (*safety evaluations of existing dam*). Dari kegiatan ini diharapkan akan teridentifikasi problem-problem yang sedang berkembang, kemudian diketahui kondisi keamanan / kekokohan struktur dan keamanan operasional bendungan, kekurangan pada sistem keamanan bendungan serta tindak lanjut yang diperlukan untuk mempertahankan meningkatkan keamaannya atau dengan kata lain didapatkan data-data untuk perencanaan rehabilitasi.

Bendungan Simo yang terletak di Desa Simo, Kecamatan Kradenan, Kabupaten Grobogan, Provinsi Jawa Tengah. Bendungan Simo dibangun pada tahun 1904. Operasional dan Manajemen Bendungan Simo di bawah pengawasan BBWS (Balai Besar Wilayah Sungai) Pemali Juana. Sejalan dengan pertambahan umur bendungan fungsi dan kondisi fisik bendungan semakin lama semakin menurun. Bendungan Simo mengalami pendangkalan dan penyempitan akibat sedimentasi dan pada bagian lereng hilir tubuh bendungan juga mengalami kerusakan sehingga keamanan bendungan dinilai sudah mengkhawatirkan.

Terkait maksud tersebut Pemerintah Indonesia dengan bantuan bank dunia meluncurkan Program *Dam Operation Improvement and Safety Project* (DOISP) dengan tujuan meningkatkan keamanan dan fungsi bendungan besar milik Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). Program ini dibagi 2 tahap, yaitu: tahap I tahun 2010 sampai dengan tahun 2013 dan tahap II tahun 2017 sampai dengan tahun 2022. Salah satu

kegiatan program DOISP adalah melakukan Studi Khusus pada bendungan yang masuk dalam klasifikasi *very high hazard* atau masuk dalam kelas bahaya tinggi berdasar klasifikasi matriks jumlah keluarga/penduduk yang terkena resiko dan terancam akibat keruntuhan bendung pada peraturan (Klasifikasi Bahaya Bendung, Keputusan Dirjen Sumber Daya Air, 2011).

Sebagai tindak lanjut dan amanat SNI No. 1731-189-F tentang Tata Cara Keamanan Bendungan serta referensi hukum lainnya, maka Pemerintah Republik Indonesia melalui Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali Juana, Satuan Kerja Operasional dan Pemeliharaan Sumber Daya Air (SATKER OP SDA I) Pemali Juana pada Tahun Anggaran 2018 melaksanakan Studi Khusus Bendungan Simo Kab. Grobogan dan tahun 2020 melaksanakan kegiatan proyek rehabilitasi Bendungan Simo Kab. Grobogan untuk melakukan perbaikan terhadap desain yang ada untuk perbaikan secara menyeluruh. Kondisi Bendungan Simo yang masuk dalam klasifikasi *very high hazard* atau masuk dalam kelas bahaya tinggi sehingga memerlukan tindakan rehabilitasi. Kegiatan rehabilitasi Bendungan Simo yang meliputi tubuh bendungan, bangunan pelimpah, bangunan pengambilan, instrumentasi dan bagian bendungan yang rawan lainnya.

Kegiatan Rehabilitasi memiliki tahapan yang berbeda dibanding pekerjaan proyek pembangunan bendungan dan juga memiliki Batasan waktu pengerjaan. Dengan adanya tahapan yang berbeda dan waktu pelaksanaan proyek mencapai target, maka proyek rehabilitasi ini memerlukan penjadwalan yang baik serta manajemen yang lebih detail pada seluruh aktivitas proyek meliputi: pengaturan sumber daya (material, peralatan, sumber daya manusia) dan waktu pengerjaan.

1.2. Identifikasi Masalah

Pelaksanaan kegiatan konstruksi yang melibatkan unsur manusia, material, dan biaya tentu menimbulkan item-item pekerjaan yang kompleks dan saling terkait antara satu dengan lainnya. Untuk itu diperlukan sebuah tindakan manajemen konstruksi yang tepat sasaran yang mampu mengendalikan suatu kegiatan konstruksi dari tahap perencanaan, perancangan, delang pekerjaan, tahap pelaksanaan perkerjaan, hingga tahap operasional dan pemeliharaan. Dalam artian ini Manajemen Proyek Konstruksi, merupakan suatu proses penerapan fungsi/kegunaan ilmu manajemen dalam kegiatan perencanaan, perancangan, dan pelaksanaan kegiatan konstruksi sehingga semua kegiatan berjalan secara sistematis dan terukur sehingga mampu mengoptimalkan sumber daya pada proyek.

Pelaksanaan proyek rehabilitasi Bendungan Simo memiliki beberapa aktivitas item pekerjaan seperti: pekerjaan persiapan, pembongkaran bendungan, pekerjaan tubuh bendungan, pengerukan sedimen, bangunan air, saluran drainase, *walkway*, instrumentasi keamanan bendungan sehingga dikategorikan sebagai proyek berskala menengah dan memiliki kompleksitas yang cukup tinggi, baik dari segi sumber daya yang digunakan maupun dari segi jenis pekerjaan. Selain itu pelaksanaan konstruksi Rehabilitasi Bendungan Simo juga memiliki batasan waktu dan biaya yang telah ditentukan, oleh karena itu dibutuhkan suatu alternatif penjadwalan yang baik untuk mengatasi berbagai masalah/hambatan yang mungkin terjadi. Dalam menyelesaikan batasan waktu dan biaya ada dua alternatif utama yang dapat dilakukan yaitu menambahkan durasi jam kerja sehingga menyebabkan produktivitas pekerja per hari menjadi meningkat dengan jumlah tenaga kerja dan alat berat yang sama, dapat mempercepat durasi pekerjaan yang dilakukan. Dan penambahan alat berat dimana penambahan alat berat dilakukan hanya pada kegiatan-kegiatan yang dapat mempercepat jadwal keseluruhan proyek.

Pada studi ini akan dilakukan penjadwalan dengan menggunakan program computer yaitu *Microsoft Project Manajer 2016* sebagai alat bantu dalam penyusunan *Network Planning*. Program ini berfungsi untuk mengatur ketergantungan antar kegiatan yang melibatkan banyak faktor pendukung sehingga diperoleh penjadwalan yang efektif dari segi waktu dan efisien dari segi biaya dengan tetap memperhatikan kualitas sesuai spesifikasi teknis proyek tersebut dengan menggabungkan ketiga metode manajemen proyek, yaitu: PERT (*Program Evaluation Review Technique*), CPM (*Critical Path Method*) dan *Gannt Chart* untuk mengelola proyek. Sehingga terjawab kapan suatu aktivitas dapat dimulai atau selesai, berapa lama waktu yang dibutuhkan, bagaimana pengendalian dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi, agar setiap rincian perencanaan aktivitas proyek dapat terpenuhi dibutuhkan program komputer sebagai alat bantu manusia sebagai sarana pengambilan keputusan agar tercapai target pekerjaan proyek yang optimal.

1.3. Rumusan Masalah

1. Berapakah jumlah Rancangan Anggaran Biaya untuk pelaksanaan proyek rehabilitasi Bendungan Simo dengan menggunakan *Program Microsoft Project Manager 2016* ?
2. Berapakah jumlah sumber daya *machiners* atau alat berat yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek rehabilitasi Bendungan Simo dengan menggunakan *Program Microsoft Project Manager 2016*?

3. Berapa lama waktu penyelesaian pekerjaan rehabilitasi Bendungan Simo dengan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016*, bila direncanakan menggunakan alternatif penambahan jam kerja harian dan penambahan alat berat pada pekerjaan yang tergolong lintasan kritis.
4. Manakah yang paling optimal dari perbandingan analisis penjadwalan antara alternatif penambahan jam kerja harian dengan penambahan alat berat pada pekerjaan yang tergolong lintasan kritis dalam penjadwalan pekerjaan rehabilitasi Bendungan Simo dengan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016* ?

1.4. Batasan Masalah

Untuk menghindari terjadinya pembahasan yang keluar dari pokok kajian maka dilakukan pemberian batasan masalah agar lebih fokus pada analisis yang dilakukan. Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Lingkup kerja yang dianalisa adalah pelaksanaan proyek rehabilitasi Bendungan Simo.
2. Data yang dianalisa merupakan data sekunder proyek yang meliputi data kontrak, data perencanaan, dan harga satuan.
3. Dalam studi ini ada dua alternatif yang akan dilakukan yaitu dengan menambah durasi jam kerja dan menambah jumlah alat berat.
4. Studi ini ditinjau dari segi waktu pelaksanaan, sumber daya, dan biaya.
5. Biaya yang diperhitungkan adalah biaya langsung.
6. Pekerjaan yang dikaji merupakan pekerjaan yang terkait secara langsung pada proyek rehabilitasi Bendungan Simo.
7. Tidak membahas terkait analisa ekonomi bangunan.
8. Pekerjaan yang dianalisa hanya pekerjaan sipil.
9. Studi penjadwalan pelaksanaan proyek rehabilitasi Bendungan Simo dilakukan dengan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016*.

1.5. Tujuan

Tujuan dari studi penjadwalan pelaksanaan proyek rehabilitasi Bendungan Simo ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui jumlah Rencana Anggaran Biaya untuk pelaksanaan proyek rehabilitasi Bendungan Simo.
2. Mengetahui lama waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek rehabilitasi Bendungan Simo dengan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016*.

3. Mengetahui jumlah sumber daya yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek rehabilitasi Bendungan Simo dengan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016*.

4. Membandingkan dua alternatif penjadwalan dalam pelaksanaan proyek rehabilitasi Bendungan Simo dengan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016*.

1.6. Manfaat

Manfaat dari studi penjadwalan pelaksanaan rehabilitasi Bendungan Simo adalah sebagai berikut:

1. Dapat dijadikan referensi dalam menyelesaikan masalah – masalah pengolahan manajemen suatu proyek .

2. Dapat dijadikan referensi untuk mengevaluasi dan menilai perubahan waktu penyelesaian dan biaya proyek.

3. Dapat dijadikan referensi dalam penerapan dan pengembangan penjadwalan proyek terkait optimalisasi penggunaan sumberdaya, biaya kerja dan waktu kerja dengan bantuan program *Microsoft Project Manager 2016*.



(Halaman sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Manajemen Proyek

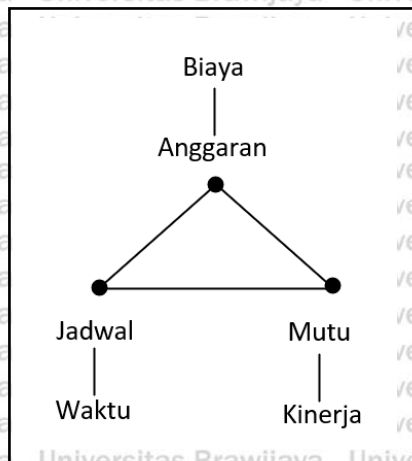
2.1.1. Proyek

Menurut Nurhayati (2010, p.4) proyek adalah sebuah upaya atau kegiatan yang diorganisasikan dalam rangka untuk mencapai tujuan, sasaran serta harapan dengan memanfaatkan anggaran dan sumber daya yang ada yang harus dicapai dalam periode tertentu.

Tahapan proyek konstruksi berawal dari sebuah desain keseluruhan (*grand design*) sebuah pembangunan, yang selanjutnya ditindaklanjuti dengan kegiatan survey, investigasi, desain dan seterusnya hingga konstruksi dapat dioperasikan sesuai dengan tujuan fungsionalnya. Pelaksanaan proyek dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu tahap awal, tahap menengah, dan tahap akhir untuk menjaga kesesuaian hubungan pada kegiatan operasional pihak-pihak yang terkait dalam pelaksanaannya. Tahap awal dimulai dari pembentukan ide, lingkup pekerjaan, dan tim manajemen proyek. Tahap menengah mencakup dasar, proses kegiatan, dan hasil. Sementara tahap akhir melingkupi persetujuan dan penyerahan proyek sebagai hasil akhir produk kepada pemilik atau penyandang dana. Hal tersebut terintegrasi menjadi bentuk siklus kehidupan proyek yang mencakup *What* (teknik apa yang dilakukan), *When* (kapan hasil kerja/deliverables dicapai dan bagaimana ditinjau serta divalidasi), *Who* (siapa yang terlibat), dan *How* (bagaimana mengontrol dan menyetujui) (Widiasanti & Lenggogani, 2013, p.26).

Dalam proses mencapai tujuan suatu proyek ada batasan yang harus dipenuhi yaitu besar biaya (anggaran) yang dialokasikan, jadwal, serta mutu. Ketiga hal tersebut merupakan parameter penting bagi penyelenggara proyek yang sering disatukan sebagai sasaran proyek. Ketiga batasan diatas disebut tiga kendala (*triple constraint*) (Soeharto, 1999, p.1):

1. Anggaran proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran.
2. Jadwal proyek harus dikerjakan sesuai kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan.
3. Mutu produk atau hasil kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan.



Gambar 2.1 Tiga Kendala Sasaran Proyek (*triple constraint*)

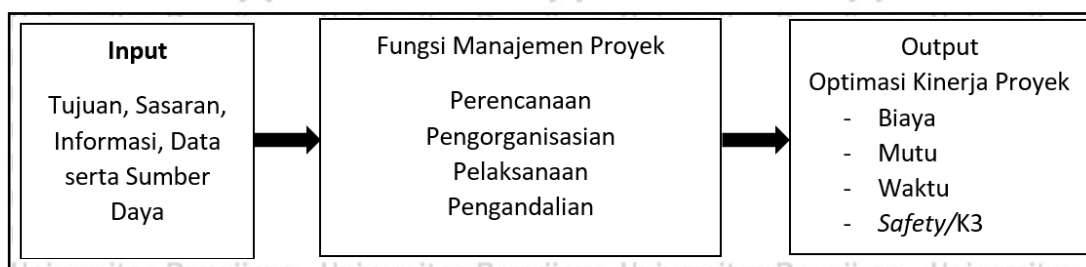
Sumber : Soeharto, (1999 p.3)

Ketika batasan tersebut saling berhubungan, artinya apabila ingin meningkatkan kinerja produk yang telah disepakati dalam kontrak maka umumnya harus diikuti dengan meningkatkan mutu. Hal ini selanjutnya berakibat pada naiknya biaya sehingga melebihi anggaran. Sebaliknya, apabila ingin menekan biaya maka harus berkompromi dengan mutu atau jadwal.

2.1.2. Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) sampai selesainya proyek agar proyek yang dilaksanakan tepat waktu, biaya, dan mutu (I. Ervianto, 2002). Tujuan dari manajemen proyek sendiri yaitu untuk mendapatkan metode atau cara teknis yang paling baik agar dengan sumber-sumber daya yang terbatas diperoleh hasil maksimal dalam hal ketepatan, kecepatan, penghematan dan keselamatan kerja secara komprehensif. Dengan cara: mengelola resiko, memaksimalkan potensi tim, menciptakan perencanaan yang tepat, memanfaatkan peluang, mengelola integrasi.

Dapat ditarik kesimpulan bahwa Manajemen Proyek adalah penerapan ilmu pengetahuan, keahlian dan keterampilan, cara teknis yang terbaik dan dengan sumber daya yang terbatas, untuk mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja, biaya, mutu dan waktu, serta keselamatan kerja.



Gambar 2.2 Proses Manajemen Proyek

Sumber : Husen, (2010 p.5)

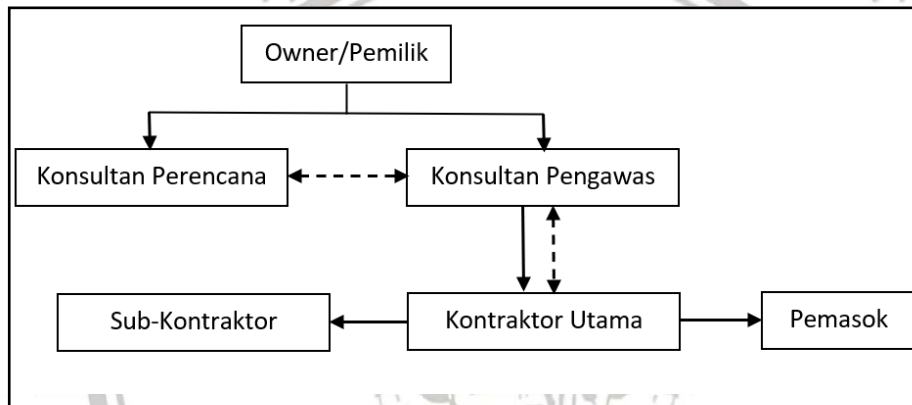
2.1.3. Stakeholder Proyek

Agar keinginan dan kebutuhan masing-masing pihak dalam suatu proyek dapat direalisasikan dalam suatu usaha bersama untuk pencapaian sasaran dan tujuan, perlu dilakukan identifikasi terhadap organisasi atau individual (*stakeholder*), baik dari internal maupun eksternal, yang akan berperan mempengaruhi proyek dan harus diantisipasi selama proyek berlangsung. *Stakeholder* untuk proyek konstruksi dapat diuraikan sebagai berikut (Husen, 2010, p.18):

1. Pemilik Proyek seseorang atau perusahaan yang mempunyai dana, memberikan tugas kepada seseorang atau perusahaan yang memiliki keahlian dan pengalaman dalam pelaksanaan pekerjaan agar hasil proyek sesuai sasaran dan tujuan yang ditetapkan.
2. Konsultan: seseorang atau perusahaan yang ditunjuk oleh pemilik yang memiliki keahlian dan pengalaman merancang dan mengawasi proyek konstruksi, terdiri atas:
 - Konsultan Perencana: seseorang atau perusahaan yang memiliki keahlian dan pengalaman dalam merencanakan proyek konstruksi, seperti halnya Perencana Arsitektur, Perencana Struktur, Perencana Mekanikal dan Elektrikal dan lain sebagainya.
 - Konsultan Pengawas: perusahaan yang memiliki keahlian dan pengalaman dalam pengawasan pelaksanaan proyek.
 - Konsultan Manajemen Konstruksi: perusahaan yang mewakili pemilik dalam pengelolaan proyek, sejak awal hingga akhir proyek.
3. Kontraktor: perusahaan yang dipilih dan disetujui untuk melaksanakan pekerjaan konstruksi yang direncanakan sesuai dengan keinginan pemilik proyek dan bertanggung jawab penuh terhadap pembangunan fisik proyek. Biasanya penentuan kontraktor dilakukan melalui lelang/tender atau dapat juga melalui penunjukan langsung dengan negosiasi penawaran harga.

4. Sub-kontraktor: pihak yang ditunjuk oleh kontraktor, dan disetujui oleh pemilik untuk mengerjakan sebagian pekerjaan kontraktor pada bagian fisik proyek yang memiliki keahlian khusus/spesialis.
5. Pemasok (*supplier*): pihak yang ditunjuk oleh kontraktor untuk memasok material yang memiliki kualifikasi yang diinginkan oleh pemilik

Selain itu, dapat pula ditambahkan *stakeholder* pada proyek infrastruktur yang pengelolaannya lebih kompleks dan unik, berasal dari lingkungan internal dan eksternal proyek, seperti organisasi pekerja, agen pemerintah yang membuat regulasi, organisasi LSM, masyarakat sekitar lokasi proyek, atau media massa. Peran dan keterlibatan pihak-pihak tersebut dapat memberi keuntungan bahkan kerugian terhadap proses dan hasil akhir proyek



Gambar 2.3 Stakeholder Proyek Konstruksi
Sumber : Husen, (2010 p.19)

2.2 Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Metode merupakan suatu hal yang penting untuk diperhatikan dalam proses konstruksi bangunan untuk mencapai tujuan. Dengan penentuan metode yang tepat, suatu proyek konstruksi dapat mengejar target keuntungan dari sisi biaya dan waktu tanpa mengurangi kualitas. Jika dihubungkan dengan *cost and time reduction*, metodepun bisa menjadi suatu stimulus atau bahkan dapat menjadi katalisator dari beberapa komponen didalam suatu proyek.

Untuk menentukan metode pelaksanaan umumnya yang dijadikan sebagai dasar pertimbangan adalah tepat waktu, tepat mutu, dan tepat biaya. Sedangkan untuk melakukan *time reduction* dengan biaya yang optimal serta kualitas yang tidak dikurangi pada kegiatan proyek tertentu dan diasumsikan sumber daya yang dimiliki tidak terbatas maka digunakan beberapa metode yang efektif sebagai berikut :

1. Penambahan sumber daya

Penambahan sumber daya merupakan metode yang paling umum untuk mempercepat pelaksanaan proyek dengan menambahkan tenaga kerja dan alat berat. Tetapi alternatif ini harus diperhatikan dan dipertimbangkan dengan baik karena hubungan antara ukuran pekerja dan perkembangan proyek bukan hal yang bersifat linier.

2. Dilakukan lembur

Kegiatan lembur otomatis harus dijadwalkan setelah penambahan tenaga kerja dan alat berat agar lebih produktif. Namun dengan dilakukannya lembur harus diperhatikan batasan kemampuan yang dapat dilakukan oleh manusia, karena ketika tingkat kelelahan pekerja sudah cukup tinggi, maka dapat mengurangi produktivitas pekerjaannya.

3. Membangun tim proyek inti

Para profesional diizinkan untuk memusatkan perhatian mereka hanya pada suatu proyek tertentu, sehingga diharapkan dengan fokus yang ada ini akan dapat meningkatkan kekompakan timnya dan yang paling penting adalah mempercepat penyelesaian proyek.

Selama proses pelaksanaan manajemen proyek mengkoordinasikan semua komponen dari suatu proyek, melibatkan sejumlah tanggung jawab yang meliputi :

- a. Mengawasi pekerjaan apakah pekerjaan sudah dilaksanakan sesuai rencana
- b. Memberikan umpan balik kepada orang yang mengerjakan proyek
- c. Bernegosiasi untuk bahan suplai dan pelayanan
- d. Memecahkan perbedaan diantara orang-orang yang terlibat didalam proyek, dimana tanggung jawab itu memerlukan bermacam-macam keterampilan.

2.3 Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja dapat didefinisikan sebagai suatu perencanaan, kebijakan dan pengambilan keputusan dari suatu organisasi atau perusahaan agar lebih memperhatikan keselamatan pekerjaannya (Silalahi & Silalahi, 1995).

Sebagai dasar untuk manajemen keselamatan dan kesehatan kerja, semua perusahaan yang berkonsultasi dengan para pekerja terkait harus menyiapkan, menerbitkan dan memelihara suatu kebijakan yang dengan jelas menguraikan sifat bahaya serta langkah-langkah yang mereka maksudkan untuk mencegah atau mengurangi efek bahaya dan kecelakaan yang berhubungan dengan pekerjaan. Sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja memegang peranan penting dalam upaya pencegahan kecelakaan yang terjadi pada proyek konstruksi. Top Manajemen merupakan pihak yang memiliki

kemampuan dan tanggung jawab dalam mengendalikan seluruh lingkungan proyek dan seluruh sumber daya yang digunakan.

Menurut Silalahi & Silalahi (1995), seperti tertulis dalam Undang-Undang No.1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, mewajibkan seorang pemimpin perusahaan melakukan hal-hal sebagai berikut :

1. Mensosialisasikan semua peraturan dan regulasi yang dibuat manajemen menyangkut K3.
2. Memasang penjelasan untuk mempromosikan K3 di tempat kerja.
3. Menyediakan perlengkapan keselamatan yang dibutuhkan bagi setiap orang yang ada ditempat kerja
4. Melakukan pemeriksaan secara berkala terhadap kesehatan badan, kondisi mental, dan kemampuan fisik pekerja sesuai dengan pekerjaan yang dilakukannya
5. Memberikan penjelasan kepada para pekerja baru mengenai kondisi dan bahaya yang dihadapi di tempat kerja, penggunaan perlengkapan keselamatan dan cara maupun sikap aman dalam melakukan pekerjaan
6. Melakukan bimbingan yang berhubungan dengan pencegahan kecelakaan, pemberantasan kebakaran, dan P3K kepada seluruh pekerja
7. Memenuhi dan mentaati semua syarat dan ketentuan yang berlaku

Sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja adalah bagian penting dari sistem manajemen secara keseluruhan yang meliputi struktur organisasi, perencanaan, tanggung jawab, pelaksanaan dan prosedur, proses dan sumber daya yang dibutuhkan dalam pengembangan, penerapan, pencapaian, pengkajian dan pemeliharaan dalam kebijakan keselamatan dan kesehatan kerja dalam rangka pengendalian resiko yang berkaitan dengan kegiatan guna terciptanya tempat kerja yang aman, efisien dan produktif (Peraturan Menteri No. PER-05/MEN/1996 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja).

Sesuai dengan Peraturan Menteri No. PER-05/MEN/1996, tujuan dan sasaran dari sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja adalah menciptakan sistem keselamatan dan kesehatan kerja di tempat kerja dengan melibatkan unsur-unsur manajemen, tenaga kerja serta kondisi lingkungan kerja dalam rangka mencegah ataupun mengurangi kecelakaan dan penyakit akibat kerja, sehingga tercipta tempat kerja yang aman, efisien dan produktif.

2.4 Produktivitas Alat Berat

Produktivitas alat berat adalah batas kemampuan alat berat untuk bekerja dalam satuan waktu (m^3/jam). Hubungan antara tenaga yang dibutuhkan, tenaga yang tersedia dan tenaga yang dapat dimanfaatkan sangat berpengaruh pada produktivitas suatu alat berat. Tujuan

pemakaian alat berat itu sendiri adalah untuk mempermudah para pekerja dalam mengerjakan pekerjaannya.

Pemilihan peralatan untuk suatu proyek harus sesuai dengan kondisi pada lapangan agar dapat berproduksi seoptimal dan seefisien mungkin. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat berat adalah sebagai berikut:

- Spesifikasi alat disesuaikan dengan jenis pekerjaannya, seperti pemadatan tanah, galian tanah, dan penempatan beton.
- Kondisi lapangan yang mencakup keadaan tanah dan keterbatasan lahan.
- Letak daerah atau lokasi yang meliputi keadaan cuaca, temperatur, dan topografi.
- Jadwal rencana pekerjaan yang digunakan.
- Keberadaan alat yang dikombinasikan dengan alat yang lain.
- Pergerakan dari peralatan, meliputi mobilisasi dan demobilisasi.
- Kemampuan suatu alat untuk mengerjakan bermacam-macam pekerjaan.

Alat-alat berat mempunyai peranan yang sangat penting dalam suatu proyek. Dalam setiap pengoperasian alat berat dibutuhkan biaya yang cukup besar sehingga alat-alat berat pada proyek harus dimanfaatkan seoptimal dan seefisien mungkin. Adapun keuntungan-keuntungan dengan menggunakan alat-alat berat, antara lain :

1. Mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan yang sedang dikejar target penyelesaian.
2. Melaksanakan jenis pekerjaan yang tidak dapat dikerjakan oleh tenaga manusia. Karena alasan efisiensi, keterbatasan tenaga kerja, keamanan dan faktor-faktor ekonomis lainnya.
3. Dengan menggunakan alat berat, mutu hasil kerja menjadi lebih baik dan presisi.

2.5 Metode Perhitungan Alat Berat

2.5.1. Metode Perhitungan Alat Berat

Kapasitas operasi dari suatu mesin konstruksi dinyatakan dalam m^3/jam . Produksi didasarkan pada pelaksanaan volume yang dikerjakan per siklus dalam satu jam.

1. Faktor Konversi Volume Tanah

Banyaknya volume tanah yang dapat dikerjakan tergantung dari keadaan tanah tersebut. Apakah tanah tersebut dalam keadaan asli (belum pernah dikerjakan dengan alat berat), apakah tanah lepas yang terkena pengerjaan alat berat atau apakah tanah tersebut telah dipadatkan. Faktor konfensi tergantung dari tipe tanah dan pengerjaannya.

Tabel 2. 1 Faktor Konversi Bahan untuk Volume Tanah atau Bahan Berbutir

Jenis Tanah	Kondisi tanah semula	Kondisi tanah yang akan dikerjakan		
		Asli	Lepas	Padat
Pasir	A	1,00	1,11	0,95
	B	0,90	1,00	0,86
	C	1,05	1,17	1,00
Tanah liat berpasir	A	1,00	1,25	0,90
	B	0,80	1,00	0,72
	C	1,10	1,39	1,00
Tanah liat	A	1,00	1,25	0,90
	B	0,70	1,00	0,63
	C	1,11	1,59	1,00
Tanah campur kerikil	A	1,00	1,18	1,08
	B	0,85	1,00	0,91
	C	0,93	1,09	1,00
Kerikil	A	1,00	1,13	1,03
	B	0,88	1,00	0,91
	C	0,97	1,10	1,00
Kerikil kasar	A	1,00	1,42	1,29
	B	0,70	1,00	0,91
	C	0,77	1,10	0,10
Pecahan cadas atau batua lunak	A	1,00	1,65	1,22
	B	0,61	1,00	0,74
	C	0,82	1,35	1,00
Pecahan granit atau batuan keras	A	1,00	1,70	1,31
	B	0,59	1,00	0,77
	C	0,76	1,30	1,00
Pecahan batu	A	1,00	1,75	1,40
	B	0,59	1,00	0,80
	C	0,71	1,24	1,00
Bahan hasil peledakan	A	1,00	1,80	1,30
	B	0,56	1,00	0,72
	C	0,77	1,38	1,00

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2013,p.53)

Keterangan : A = Tanah asli; B = Tanah lepas; C = Tanah padat

2. Efisiensi Kerja Alat

Dalam proses perencanaan produktivitas per jam dari suatu alat yang diperlukan adalah produktivitas standar dari alat itu sendiri dalam kondisi ideal dikalikan dengan faktor satuan.

Faktor tersebut dinamakan efisiensi kerja. Efisiensi kerja tergantung pada topografi, keahlian operator, pemilihan standar pemeliharaan dan sebagainya yang menyangkut operasi alat.

Tabel 2. 2
Faktor Efisiensi Alat

Kondisi Operasi	Pemeliharaan Mesin				
	Baik sekali	Baik	Sedang	Baik	Buruk sekali
Baik sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,62	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk sekali	0,52	0,5	0,47	0,42	0,32

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2013,p.25)

Keterangan : Angka dalam warna biru tidak disarankan hal ini dikarenakan efisiensi berdasarkan atas kondisi operasi dan pemeliharaan secara umum. Untuk efisiensi setiap alat bisa berbeda.

3. Faktor Lain yang Mempengaruhi Produksi Peralatan

Faktor lain yang mempengaruhi produksi alat tidak hanya dari faktor alat itu sendiri, namun ada banyak faktor diluar alat yang berpengaruh.

Tabel 2. 3 Faktor-Faktor yang Berpengaruh pada Produktivitas Alat

No	Tipe Faktor	Faktor Konversi
1	Faktor Peralatan <ul style="list-style-type: none"> • Untuk peralatan yang baik (lama) • Untuk peralatan yang rusak ringan 	0,90 0,80
2	Faktor Operasi <ul style="list-style-type: none"> • Untuk operator kelas I • Untuk operator kelas II • Untuk operator kelas III 	1,00 0,80 0,70
3	Faktor Material (bahan) <ol style="list-style-type: none"> Faktor Kohesif <ul style="list-style-type: none"> • Non kohesif • Kohesif Faktor Konversi Material 	0,60 – 1,00 0,75 – 1,10 (Tabel 2.1)
4	Faktor Manajemen dan Sifat Manusia <ul style="list-style-type: none"> • Sempurna (60/60) • Baik (55/60) • Sedang (50/60) • Buruk (45/60) 	1,00 0,92 0,82 0,75
5	Faktor Cuaca <ul style="list-style-type: none"> • Baik • Sedang 	1,00 0,80
6	Faktor Perlengkapan	Sesuai dengan jenis alat
7	Faktor Kondisi Lapangan <ul style="list-style-type: none"> • Berat • Sedang • Ringan 	0,70 0,80 1,00

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2013)

2.5.2. Perhitungan Produktivitas Alat Berat

Berdasarkan Analisis awal dari kontrak terdapat beberapa alat berat yang akan digunakan pada Bendung proyek Rhabilitasi Bendungan Simo, antara lain :

1. *Concrete Vibrator*



Gambar 2.4 *Concrete Vibrator*

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2014, p.138)

Kapasitas produksi/jam, untuk pengupasan dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = q \times F_a \text{ m}^2 \dots\dots\dots (2-1)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas produktifitas (m³/jam)

q = Kapasitas *concrete vibrator* (m³/jam)

Fa = Faktor efisiensi *concrete vibrator*

2. *Excavator*



Gambar 2.5 *Concrete Vibrator*

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2014, p.138)

Kapasitas produksi per jam dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{V S F_b S F_a S 60}{T_1 S F_v} m^3 \dots \dots \dots (2-2)$$

Keterangan :

V = Kapasitas *Bucket* (m^3) F_b = Faktor *Bucket*

F_a = Faktor efisiensi alat

F_v = Faktor konversi (kedalaman < 40%) T = Waktu siklus (menit)

T_1 = Lama menggali, memuat (menit) T_2 = Lain-lain (menit)

T_s = Waktu siklus (menit)

60 = Perkalian 1 jam ke menit

Tabel 2. 4

Faktor *Bucket* (*bucket fill factor*) (F_b) untuk *Excavator*

Kondisi Operasi	Kondisi Lapangan	Faktor <i>Bucket</i> (F_b)
Mudah	Tanah biasa, lempung, tanah lembut	1,1 – 1,2
Sedang	Tanah biasa berpasir, kering	1,0 – 1,1
Agak sulit	Tanah biasa berbatu	0,9 – 1,0
Sulit	Batu pecah hasil	0,8 – 0,9

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2013, p.36)

Tabel 2. 5

Faktor Konversi Galian (F_v) untuk Alat *Excavator*

Kondisi galian (Kedalaman galian/kedalaman galian maksimum)	Kondisi membuang, menumpahkan (<i>dumping</i>)			
	Mudah	Normal	Agak sulit	Sulit
< 40 %	0,7	0,9	1,1	1,4
(40-75) %	0,8	1	1,3	1,6
> 75 %	0,9	1,1	1,5	1,8

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2013, p.36)

Tabel 2. 6

Faktor Efisiensi Kerja Alat (F_a) *Excavator*

Kondisi Operasi	Faktor Efisiensi
Baik	0,83
Sedang	0,75
Agak kurang	0,67
Kurang	0,58

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2013, p.36)

3. Dump Truck



Gambar 2.6 *Dump Truck*

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2014, p.163)

Kapasitas produksi per jam dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{V S F_a S 60}{D S T_s} m^3 \dots \dots \dots (2-3)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas produksi *Dump Truck* (m³/jam)

V = Kapasitas bak (ton)

F_a = Faktor efisiensi alat

F_k = Faktor Pengembangan bahan

D = Berat isi material (lepas,gembur) (ton/m³)

V₁ = Kecepatan rata-rata bermuatan (km/jam)

V₂ = Kecepatan rata-rata kosong (km/jam)

T_s = Waktu siklus (menit) T₁ = Waktu muat (menit)

Q_{Ecv} = Kapasitas produksi *Excavator* (m³/jam), bila kombinasi dengan alat *Excavator*. Bila melayani alat lain seperti Wheel Loader, AMP dll digunakan Q yang sesuai.

T₂ = Waktu tempuh (menit)

T₃ = Waktu tempuh kosong (menit) T₄ = Waktu lain-lain (menit)

60 = Perkalian 1 jam ke menit

Tabel 2. 7
Faktor Efisiensi Alat *Dump Truck*

Kondisi Kerja	Efisiensi Kerja
Baik	0,83
Sedang	0,80
Kurang baik	0,75
Buruk	0,70

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2013, p.36)

Tabel 2. 8
Kecepatan *Dump Truck* dan Kondisi Lapangan

Kondisi Lapangan	Kondisi Beban	Kecepatan (km/jam)
Datar	Isi	40
	Kosong	60
Menanjak	Isi	20
	Kosong	40
Menurun	Isi	20
	Kosong	40

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2013, p.35)

4. Vibrator Roller



Gambar 2.7 Vibrator Roller

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2014)

Kapasitas produksi per jam dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{(b_e S v S 1000) S t S F_a}{n} m^3 \dots \dots \dots (2-4)$$

Keterangan :

b_e = Lebar efektif pemadatan ($b-b_0$) (m)

b = Lebar efektif pemadatan (m)

b_0 = Lebar overlap (m)

t = Tebal pemadatan (m)

v = Kecepatan rata-rata alat (km/jam)

n = Jumlah lintasan (lintasan)

F_a = Faktor efisiensi alat (kondisi baik)

1000 = Perkalian dari km ke m

5. Water Tanker



Gambar 2.8 Water Tanker

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2014)

Kapasitas produktivitas per jam dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{A S F_a S 60}{Q_{keb} S T_s} m^3 \dots \dots \dots (2-5)$$

Keterangan :

A = Kapasitas tangki air (m³)

F_a = Faktor efisiensi alat

Q_{keb} = Kebutuhan air/ m³ tanah (m³)

V = Kecepatan berpindah (km/jam)

L = Jarak layanan (km)

Q₁ = Debit penyiraman (lt/detik)

Q₂ = Debit pengisian (lt/detik)

T₁ = Waktu penyiraman (menit)

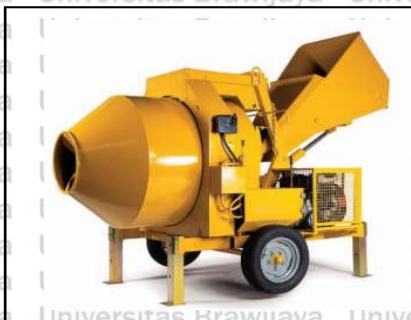
T₂ = Waktu pengisian (menit)

T₃ = Waktu pengambilan air (menit)

T_s = Waktu siklus (menit)

60 = Perkalian 1 jam ke menit

6. Concrete Mixer



Gambar 2.9 Concrete Mixer

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2014, p.72)

Kapasitas produksi per jam dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{V S F_a S_{60}}{1000 S T_s} \quad (2-6)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas produksi (m³/jam)

V = Kapasitas mencampur (m³)

F_a = Faktor efisiensi alat

T_s = Waktu siklus (menit)

T₁ = Lama waktu mengisi (menit)

T₂ = Lama waktu mengangkut (menit)

T₃ = Lama waktu kembali (menit)

T₄ = Lama waktu menumpahkan dll (menit)

7. Air Compressor



Gambar 2.10 Concrete Mixer

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2014)

Alat ini digunakan sebagai sumber tenaga berbentuk udara bertekanan tinggi untuk *Jack Hammer*, *Rock Drill*, *Concrete Breaker* untuk penghancuran. Digunakan pula untuk membersihkan area yang akan dikerjakan.

Air compressor dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Q = \frac{1 S F_a S_{60}}{5} m^3 \quad (2-7)$$

Untuk *Jack Hammer*, kebutuhan udara per jam dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{V S_{60}}{F_a} m^3 \quad (2-8)$$

Untuk membersihkan permukaan per jam dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Q = \frac{V S_{60}}{F_a} m^2 \quad (2-9)$$

Keterangan :

F_a = Faktor efisiensi alat

5 = Asumsi kapasitas produksi pemecahan 1 m² luas permukaan (menit/m²)

1 = Asumsi luas 1 m² diperlukan pemecahan selama 5 menit

60 = Perkalian 1 jam ke menit

V = Kapasitas konsumsi udara (m³/menit)

8. Motor Grader



Gambar 2.11 Motor Grader

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2014, p.26)

a. Untuk pekerjaan perataan hamparan :

Kapasitas produksi per jam dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Q = \frac{L_h \cdot S \{n(b-b_0) + b_0\} \cdot F_a \cdot 60}{N \cdot n \cdot T_s} \text{ m}^2 \dots \dots \dots (2-10)$$

Keterangan :

L_h = Panjang hamparan (m) b_0 = Lebar overlap (m)

F_a = Faktor efisiensi alat

n = Jumlah lintasan (lintasan)

N = Jumlah pengupasan tiap lintasan (lintasan)

v = Kecepatan rata-rata (km/jam)

b = Lebar pisau efektif (m)

60 = Perkalian 1 jam ke menit

T_1 = Waktu 1 kali lintasan (menit)

T_2 = Lain-lain (menit)

T_s = Waktu siklus (menit)

Tabel 2. 9
Faktor Efisiensi Kerja Alat (Fa) *Motor Grader*

Kondisi Operasi	Faktor Efisiensi
Perbaikan jalan, perataan	0,8
Pemindahan	0,7
Penyebaran, grading	0,6
Penggalian (trenching)	0,5

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum (2013, p.37)

b. Untuk pekerjaan perataan hamparan padat :

Kapasitas produksi per jam dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Q = \frac{L_h \cdot S \{n(b-b_0) + b_0\} \cdot S_{Fa} \cdot S_{60} \cdot S_t}{N \cdot S \cdot n \cdot S_{Ts} \cdot S_{Fk}} \text{ m}^2 \dots \dots \dots (2-11)$$

Keterangan :

F_k = Faktor pengembangan bahan

t = Tebal hamparan padat (m)

c. Untuk pekerjaan pengupasan (grading)

Kapasitas produksi per jam dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Q = \frac{L_h \cdot S \{n(b-b_0) + b_0\} \cdot S_{Fa} \cdot S_{60} \cdot S}{N \cdot S \cdot n \cdot S_{Ts} \cdot m^2} \dots \dots \dots (2-12)$$

Keterangan :

L_h = Panjang hamparan (m) b₀ = Lebar overlap (m)

F_a = Faktor efisiensi alat

n = Jumlah lintasan (lintasan)

N = Jumlah pengupasan tiap lintasan (lintasan)

v = Kecepatan rata-rata (km/jam)

b = Lebar pisau efektif (m)

60 = Perkalian 1 jam ke menit

T₁ = Waktu 1 kali lintasan (menit) T₂ = Lain-lain (menit)

T_s = Waktu siklus (menit)

9. Wheel Loader



Gambar 2.12 Wheel Loader

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2014, p.40)

Kapasitas produksi per jam dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Q = \frac{V S F_b S F_a S 60}{T_s} \text{ m}^3 \dots\dots\dots (2-13)$$

Keterangan :

V = Kapasitas bucket (m^3)

F_b = Faktor bucket (Lihat pada tabel)

F_a = Faktor efisiensi alat (Lihat pada tabel)

T_s = Waktu siklus (menit)

Tabel 2. 10

Faktor Bucket (F_b) untuk Wheel Loader

Kondisi Penumpahan	Wheel Loader	Track Loader
Mudah	1,0 – 1,1	1,0 – 1,1
Sedang	0,85 – 0,95	0,95 – 1,1
Agak sulit	0,80 – 0,85	0,90 – 1,0
Sulit	0,75 – 0,80	0,8 – 0,9

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2013, p.39)

10. Tandem Roller



Gambar 2.13 *Tandem Roller*

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2014)

Kapasitas produksi per jam dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Q = \frac{(b_e \cdot S \cdot v \cdot S \cdot 1000)}{n} \cdot S \cdot t \cdot S \cdot F_a \cdot m^3 \dots \dots \dots (2-14)$$

Keterangan :

b_e = Lebar efektif pemadatan = $b - b_0$ (m)

b = Lebar efektif pemadatan (m)

b_0 = lebar overlap (m)

t = Tebal pemadatan (m)

v = Kecepatan rata-rata alat (km/jam)

n = Jumlah lintasan (lintasan)

F_a = Faktor efisiensi alat

1000 = Perkalian dari km ke m

11. Tamper



Gambar 2.14 *Tamper*

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2014)

Data sesuai dengan spesifikasi teknis.

Tabel 2. 11

Kapasitas Alat pada Beberapa Jenis Bahan

Jenis Pemasad Statis	Rock Fill	Sand, Gravel	Silt	Clay
	T (m) / Q (m ³ /jam)			
Vibrating Plate Compactor (kg)				
50 – 100		0,15 / 15		
100 – 200		0,20 / 20		
400 – 500		0,35 / 35	0,25 / 25	
600 - 800	0,50 / 60	0,50 / 60	0,35 / 40	0,25 / 20
Vibrating Tamper (rammer)				
75		0,35 / 10	0,25 / 8	0,20 / 6
Double Drum Roller				
600 – 800				
Vibrating Plate Compactor				
1200 - 1500		0,20 / 80	0,15 / 50	0,10 / 30

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2013, p.43)

2.6 Produktivitas Pekerja

Produktivitas tenaga kerja dinyatakan sebagai Orang Jam (OJ) atau Orang Hari (OH) yang diperlukan untuk menghasilkan suatu satuan pekerjaan tertentu. Kekompakan tenaga kerja dalam melaksanakan pekerjaannya merupakan salah satu faktor kelancaran berjalannya suatu proyek. Dalam pekerjaan suatu proyek ada beberapa kegiatan yang tidak bisa dilakukan hanya dengan tenaga manusia dan membutuhkan bantuan alat berat. Produktivitas pekerja untuk pekerjaan yang tidak membutuhkan alat berat sudah ditetapkan dalam peraturan menteri pekerjaan umum No.11/PRT/M/2013 berdasarkan pekerjaan yang akan dikerjakan tentang pedoman analisis harga satuan pekerjaan bidang pekerjaan umum.

Sedangkan produktivitas pekerja yang membutuhkan alat berat harus dilakukan perhitungan karena produktivitas pekerja bergantung pada produktivitas alat berat, dihitung menggunakan rumus (Husen, 2010, p.128):

$$Q_t = T_k \times Q \quad (2-15)$$

$$Q_p = \frac{Q_t}{T_k \times S \times P} \quad (2-16)$$

Keterangan :

Q_t = Produksi per hari (m³)

Q_p = Produktivitas pekerja (m³/jam)

Q = Besar kapasitas produksi alat yang menentukan tenaga kerja (m³/jam)

T_k = Jumlah jam kerja

$P_{\text{diperlukan}}$ = Jumlah pekerja yang diperlukan (orang)

2.7 Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Dengan diterimanya suatu order atau surat pernyataan minat dari penyedia jasa (kontraktor), status proyek bagi kontraktor beralih dari obyek perencanaan menjadi suatu yang harus dilaksanakan sampai selesai. Guna menjamin tercapainya semua sasaran proyek, termasuk sasaran teknik, anggaran atau skala waktu, kontraktor perlu menyusun suatu organisasi proyek yang baik dimana setiap peserta proyek harus benar-benar mengerti masing-masing peranannya dalam proyek tersebut. Sehingga hasil akhir yang dicapai sesuai dengan harapan pihak-pihak yang berhubungan dengan adanya proyek tersebut.

Selama fase pelaksanaan, manajemen proyek mengkoordinasikan semua elemen dari suatu proyek, melibatkan sejumlah tanggung jawab yang antara lain:

1. Penjadwalan yang menghubungkan orang, uang, dan bahan untuk aktivitas proyek
2. Mengendalikan serta mengawasi sumberdaya, biaya, kualitas, dan anggaran
3. Memberikan umpan balik kepada orang yang mengerjakan proyek
4. Bernegosiasi untuk bahan suplai dan pelayanan
5. Memecahkan perbedaan diantara orang-orang yang terlibat didalam proyek, dimana tanggung jawab itu memerlukan bermacam-macam keterampilan.

Dalam pelaksanaan pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo ini ada beberapa pekerjaan yang dapat diuraikan sebagai berikut:

2.7.1. Pekerjaan Perisipan

• Mobiliasasi Lapangan

- a) Investigasi Lapangan (*stacking out*)
- b) Sewa lahan
- c) Pengadaan Fasilitas
- d) Mobilisasi Alat Berat

Metode Kerja :

- a. Mobilisasi dan demobilisasi adalah pengangkutan sarana dan prasarana pelaksanaan berupa : alat - alat yang digunakan/ditempatkan dilapangan berdasarkan jadwal pelaksanaan yang disetujui pengguna jasa. Dalam pelaksanaan mobilisasi dan demobilisasi akan dikoordinasikan dengan pengguna jasa, serta badan pemerintah terkait yang berwenang terhadap penggunaan dan perizinan jalan yang digunakan untuk memasuki area pekerjaan.

- b. Jalan kerja yang dimaksud, bisa mempergunakan jalan milik daerah setempat, jalan kampung atau jalan desa yang sudah ada, , kami akan selalu memelihara jalan kerja agar tetap layak dilalui, sehingga tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan masyarakat disekitar maupun masyarakat lain yang juga memerlukan dan melewati jalan kerja tersebut.

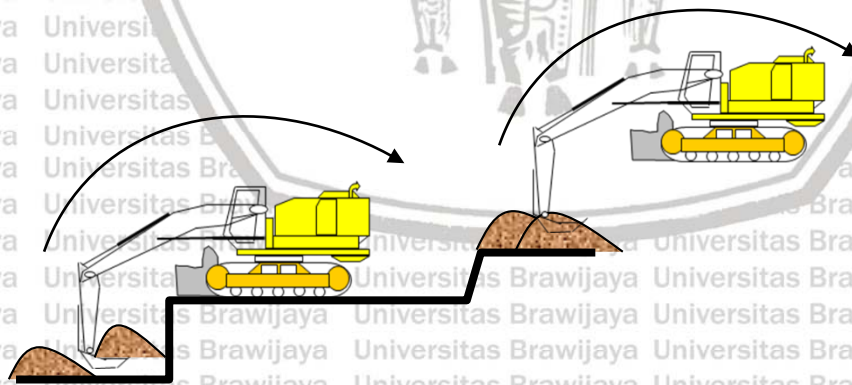
- **Pengerukan Sedimen**

Peralatan : Excavator dan alat bantu lainnya

Cara kerja :

- Sebelum dilaksanakan penggalian, terlebih dahulu area lokasi direkondisikan dan diberi batas profil agar pekerjaan galian dapat terarah dengan baik dan sesuai dengan arahan direksi.
- Tanah digali dengan *excavator* ke 1 sampai kedalaman elevasi dan hasil galian ditempatkan pada sekitar lokasi yang aman agar kering dan tidak mengganggu aktivitas pekerja dalam melaksanakan pekerjaan lainnya.
- Excavator yang ke 2 bertugas hauling sisa galian ke lokasi yang telah ditentukan guna untuk diangkut Dump Truck dan di bawa ke lokasi disposal atau digunakan sebagai timbunan tanah.

Seluruh pekerjaan galian tanah dengan alat berat selalu diikuti pengukuran agar tidak terjadi kesalahan hingga selesai dan tanah hasil galian yang baik diratakan / dirapikan serta sebagian dibuang ke luar lokasi.



Gambar 2.15 Ilustrasi Pekerjaan Galian Tanah

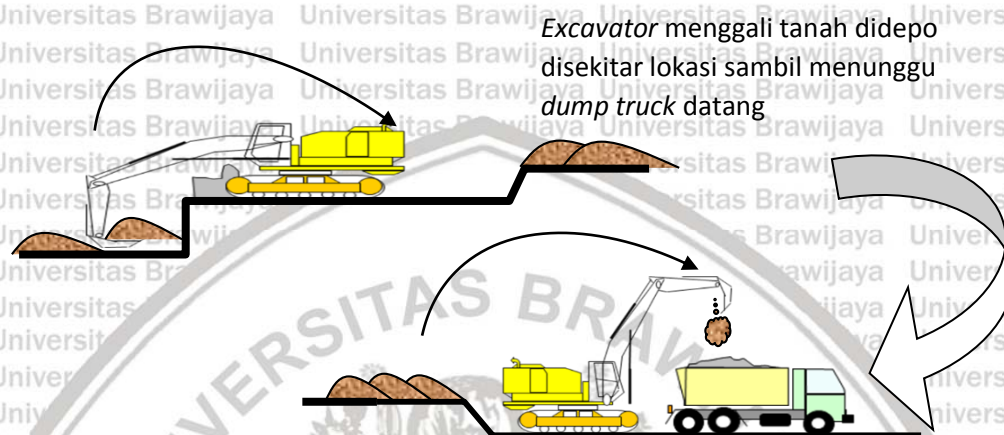
Sumber : Ilustrasi pekerjaan (2021)

- **Pengerukan Sedimen**

Peralatan : Excavator, Dump truck, Bulldozer dan alat bantu lainnya

Cara Kerja :

- a. Tanah hasil galian dari lokasi galian menggunakan *excavator* dinaikkan ke atas *Dump Truck* dan dibuang ke luar lokasi (*disposal area*) agar tidak mengganggu aktivitas pekerjaan lainnya kemudian tanah dihampar dengan *bulldozer* dan diratakan.
- b. Timbunan dihampar dan dirapikan dengan *bulldozer* sesuai arahan direksi
- c. Selama pelaksanaan harus diikuti dengan pengawasan dan *control* yang baik sehingga terarah terkendali.



Gambar 2.16 Ilustrasi Pekerjaan Galian Tanah
Sumber : Ilustrasi pekerjaan (2021)

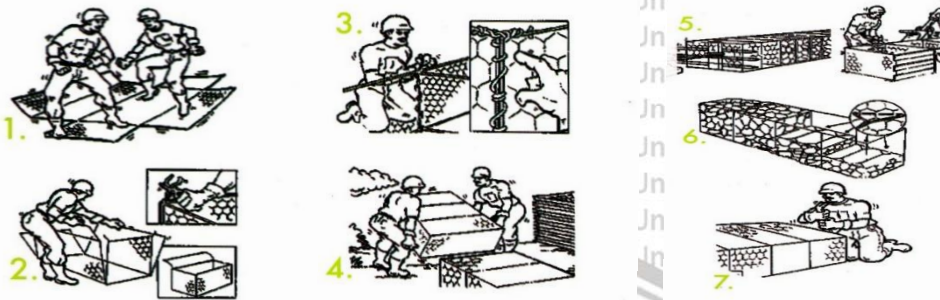
• Pemasangan Kawat Bronjong

Cara kerja :

- a. Bronjong kawat pabrikasi dibuka panel – panelnya, kemudian disusun dan disetel seperti gambar dirangkai dan diikat yang kuat dengan kawat sejenis kemudian bronjong lapis pertama diletakkan / dipasang dilokasi galian pondasi bronjong dan diisi batu yang sudah disiapkan.
- b. Setelah penuh semua pinggiran matras bronjong termasuk panel – panel diapragma diikat / dirangkai kembali dengan kawat sejenis sampai kuat untuk mencegah terbukanya anyaman. selanjutnya susunan bronjong satu dengan bronjong lainnya juga dirangkai dan diikat dengan kawat galvanis (kawat sejenis) agar kedudukan bronjong menjadi kuat dan tidak goyah.
- c. Pengisian batu kali harus rapi sedemikian rupa hingga batu saling bersinggungan dan pada rongga – rongga yang kosong diisi batu kecil sehingga dihasilkan pasangan bronjong yang padat dan dimensi pasangan bronjong seperti spesifikasi teknik yang telah ditentukan.

- d. Kemudian Pasangan Bronjong lapis kedua dan seterusnya diletakkan / dipasang diatas bronjong lapis pertama (lapis bawahnya) dan seterusnya hingga sampai lapis paling atas sesuai elevasi rencana.

Untuk lebih detail setiap metode pelaksanaan konstruksi, akan di jelaskan di lampiran.



Gambar 2.17 Ilustrasi Pekerjaan Pemasangan Bronjong

Sumber : Ilustrasi pekerjaan (2021)

2.8 Durasi Pekerjaan

Setiap aktivitas dikenai durasi, durasi pekerjaan adalah jumlah waktu yang diperkirakan untuk menyelesaikan satu aktivitas. Durasi ini dinyatakan dengan menggunakan satuan jam, hari kerja, hari kalender, minggu atau bulan. Estimasi durasi pekerjaan merupakan langkah awal yang harus dilakukan untuk dapat memperkirakan lamanya suatu penyelesaian pekerjaan selama penyelenggaraan proyek, untuk selanjutnya menjadi salah satu dasar dalam menentukan analisis sumber daya dan biaya. Durasi dari masing-masing pekerjaan akan menentukan lama penyelenggaraan proyek secara keseluruhan.

Lama kegiatan dinyatakan dengan kuantitas dalam satuan hari yang merupakan hari kerja atau hari kalender. Namun tidak menutup kemungkinan untuk digunakannya satuan lainnya seperti jam, minggu, atau bulan. Secara umum durasi pekerjaan dapat ditentukan dengan cara membagi kuantitas (volume) pekerjaan dengan produktivitas sumber daya persatuan waktu yang dipakai, menggunakan rumus (Husen, 2010, p.132):

$$\text{Durasi} = \frac{\text{kuantitas (volume)}}{\text{produktivitas}} \quad (2-17)$$

Durasi pekerjaan pada proyek konstruksi bergantung pada hal-hal berikut :

- Jumlah pekerjaan
- Jenis pekerjaan
- Jenis dan jumlah sumber daya yang tersedia untuk digunakan

- d. Apakah pekerjaan akan diselesaikan dalam satu shift atau banyak shift
- e. Lingkungan yang mempengaruhi pekerjaan
- f. Metode konstruksi
- g. Batas waktu proyek
- h. Siklus pekerjaan konstruksi
- i. Cuaca dan dampak lapangan pada produksi
- j. Kegiatan yang dapat dilakukan bersamaan
- k. Kualitas Pengawasan
- l. Pelatihan dan motivasi tenaga kerja
- m. Tingkat kesulitan pekerjaan

Durasi pekerjaan merupakan suatu perkiraan. Tidak perlu penting apakah durasinya tepat, yang lebih dipentingkan adalah bahwa durasi yang dibuat untuk setiap aktivitas harus masuk akal. Jika seluruh durasi masuk akal, dan jalur kritis dibuat dari banyak kegiatan maka variasi dalam durasi aktivitas akan mempengaruhi aktivitas-aktivitas tersebut sehingga durasi proyek menjadi lebih akurat. Untuk memastikan durasi yang masuk, para pembuat jadwal proyek harus bekerja sama dengan estimator proyek dan pengawas proyek. Selain durasi, kegiatan-kegiatan pada penjadwalan konstruksi biasanya disertai dengan sebuah deskripsi yang akan membantu dalam pembacaan jadwal.

2.9 Biaya Pelaksanaan Proyek

2.9.1. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya langsung adalah semua biaya yang langsung berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan konstruksi di lapangan. Biaya langsung dapat diperoleh dengan mengalikan volume pekerjaan atau kuantitas suatu pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan tersebut (*Unit Cost*).

Yang termasuk biaya langsung adalah sebagai berikut :

1. Penyiapan lahan (*Site preparation*)
Pekerjaan ini terdiri dari *clearing grubbing*, menimbun dan memotong tanah, mengeraskan tanah, dan lain-lain. Disamping itu juga pekerjaan-pekerjaan seperti membuat pagar, jalan, dan jembatan.
2. Pengadaan peralatan utama
Semua peralatan utama yang tertera dalam gambar *desain-engineering* harus disiapkan seperti generator dapur, regenerator, reaktor dan lain-lain.
3. Biaya merakit dan memasang peralatan utama

Pekerjaan ini meliputi struktur penyangga, pengecatan dan isolasi.

4. Pemasangan pipa

Pekerjaan ini terdiri dari pipa transfer, pipa penghubung antar peralatan, dan lain-lain.

5. Alat listrik dan instrument

Pekerjaan ini terdiri dari gardu listrik, motor listrik, jaringan distribusi dan instrument.

6. Pembangunan direksi keet

Pembangunan ini meliputi gedung perkantoran, pusat pengendalian operasi (*control room*), dan bangunan sipil lainnya.

7. Fasilitas pendukung seperti *utility* dan *offsite*

Pekerjaan ini meliputi pembangkit uap, pembangkit listrik, fasilitas air pendingin, tangka dan dermaga.

2.9.2. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tidak langsung (*Indirect Cost*) adalah semua biaya tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi di lapangan tetapi biaya ini harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut. Biaya tidak langsung ditetapkan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Yang termasuk biaya tidak langsung antara lain :

1. Gaji dan pengeluaran lain bagi tenaga administrasi, tim penyedia, dan manajemen proyek.
2. Biaya pengadaan fasilitas sementara untuk pekerja, seperti perumahan atau asrama sementara, penyediaan air listrik, fasilitas komunikasi sementara untuk konstruksi, dan lain-lain.
3. Kendaraan dan peralatan konstruksi termasuk biaya pemeliharaan, pembelian bahan bakar, dan suku cadang.
4. Pengeluaran umum seperti *small tools*, penggunaan sekali pakai misalnya kawat las.
5. Laba kontijensi untuk memenuhi atau menutupi hal-hal yang belum pasti.
6. *Overhead* yang meliputi biaya untuk operasi perusahaan secara keseluruhan, terlepas dari ada atau tidaknya kontrak yang di tanda tangani. Misalnya biaya pemasaran, advertensi, gaji eksekutif, sewa kantor, telepon, dan komputer.
7. Pajak pungutan atau sumbangan, biaya perjanjian, asuransi, berbagai macam pajak seperti PPN, PPh, dan lainnya atas operasi perusahaan.

2.10 Analisis Harga Satuan Pekerjaan

Analisis Harga Satuan Pekerjaan merupakan metode dalam memperkirakan pekerjaan berdasarkan harga satuan dilakukan jika angka yang menunjukkan volume total pekerjaan

belum dapat ditentukan dengan pasti, tetapi biaya per unitnya telah dapat dihitung (Soeharto, 1999, p.141).

Harga satuan dasar yang digunakan harus sesuai dengan asumsi pelaksanaan atau penyediaan yang aktual (sesuai dengan kondisi lapangan) dan mempertimbangkan harga setempat. Dari data kuantitas dan jenis pekerjaan dapat ditentukan semua komponen atau sumber data yang dibutuhkan untuk masing-masing komponen yang terlibat tersebut.

Analisis harga satuan pekerjaan secara umum akan memperhitungkan tiga sumber biaya yang dikeluarkan yaitu bahan, upah, dan alat.

1. Harga Satuan Bahan

Biaya bahan atau material terdiri dari biaya pembelian material biaya transportasi, biaya penyimpanan material dan kerugian akibat kehilangan atau kerusakan material.

2. Harga Satuan Upah Pekerja

Harga satuan upah tenaga kerja bertujuan untuk mendapatkan banyak tenaga kerja yang dibutuhkan untuk mengerjakan satu satuan volume pekerjaan tertentu beserta besarnya biaya yang dibutuhkan. Biaya pekerjaan ini dibedakan atas :

- Upah harian, upah yang dibayar per satuan waktu. Sementara untuk menentukan besarnya upah dipengaruhi oleh jenis keahlian pekerja, lokasi pekerjaan, jenis pekerjaan dan lain-lain.
- Upah borongan, upah yang dibayar tergantung pada hasil negosiasi atau kesepakatan bersama antara kontraktor dengan pekerja atau kelompok kerja atas satu atau lebih item pekerjaan. Besarnya upah ini tergantung dari besarnya volume pekerjaan yang dikerjakan.
- Upah berdasarkan produktivitas, besarnya upah ini tergantung banyaknya pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh pekerja dalam waktu tertentu. Upaya mengejar banyaknya pekerjaan ini tentunya harus tetap memenuhi kualitas pekerjaan yang diisyaratkan.

Besarnya harga satuan untuk satu satuan (*unit*) pekerjaan adalah dengan mengalihkan kuantitas alat yang dibutuhkan dengan harga satuan (per jam atau per hari) untuk alat yang digunakan. Untuk menghitung upah pekerja hal yang harus diperhatikan adalah :

- Upah pekerja dibedakan dalam upah harian, borongan per unit volume atau borongan keseluruhan untuk daerah-daerah tertentu
- Faktor-faktor kemampuan dan kapasitas kerja para pekerja
- Jika pekerja atau mandor tidak berasal dari daerah sekitar lokasi proyek maka akan

berpengaruh pada ongkos transportasi dari daerah asal pekerja ke lokasi proyek, penginapan, gaji ekstra dan lain sebagainya

- Undang-undang mengenai perburuan yang berlaku perlu diperhatikan

3. Harga Satuan Alat

Harga satuan alat digunakan untuk menentukan kuantitas alat berat yang diperlukan untuk menggerakkan satu satuan (*unit*) volume pekerjaan dan juga menentukan besarnya biaya yang harus ditentukan. Harga satuan alat ada dua jenis yaitu harga satuan per jam dan harga satuan per hari. Besarnya harga satuan alat untuk satuan pekerjaan adalah dengan mengalikan kuantitas alat yang dibutuhkan dengan harga satuan (per jam atau per hari) untuk alat yang digunakan. Nilai dari harga satuan untuk masing-masing sumber daya pada item pekerjaan tambahan akan menyesuaikan dengan memperhitungkan faktor indeks yang berlaku pada tahun yang bersangkutan. Indeks harga merupakan harga perbandingan antara harga pada waktu (tahun tertentu) terhadap harga pada waktu (tahun) yang digunakan sebagai dasar.

Untuk menghitung biaya peralatan hal-hal yang harus diperhatikan adalah :

- Memperhatikan biaya keluar masuk peralatan yang di sewa, upah pekerja dalam menjalankan peralatan, bahan baku dan biaya operasi kecil
- Memperhatikan bunga investasi, depresiasi, reparasi besar, pemeliharaan dan ongkos mobilisasi

Jadi Analisis harga satuan pekerjaan merupakan Analisis yang digunakan untuk menentukan jumlah biasa satuan (*unit*) volume pekerjaan tertentu yang harus dikeluarkan. Besarnya harga satuan pekerjaan didapat dengan menjumlahkan seluruh biaya yang meliputi biaya bahan, upah tenaga kerja dan peralatan.

2.11 Alokasi Sumber Daya

Dalam suatu kegiatan proyek konstruksi tenaga kerja merupakan bagian dari sumber daya proyek yang langsung terlibat dalam pekerjaan fisik proyek tersebut (Soeharto, 1999). Jumlah dan macam tenaga kerja yang dibutuhkan pada tiap-tiap pekerjaan berdasarkan pada jumlah sumber daya yang dibutuhkan untuk satu satuan pekerjaan, yang besarnya disusun berdasarkan pada durasi pekerjaan. Untuk bahan atau material yang diperlukan untuk tiap pekerjaan didasarkan atas spesifikasi teknis yang ada. Sedangkan sumber daya peralatan yang dialokasikan didasarkan pada hasil produksi dari tiap-tiap peralatan untuk masing-masing pekerjaan.

2.12 Logika Ketergantungan Pekerjaan

Setelah menentukan durasi dan kegiatan selanjutnya harus membuat penjadwalan jaringan kerja yang mengatur hubungan antar kegiatan-kegiatan agar setiap aktivitas terhubung dalam satu penjadwalan yang didasarkan pada logika ketergantungan. Logika ketergantungan pekerjaan merupakan hubungan ketergantungan suatu kegiatan dengan yang lainnya pada pelaksanaan proyek. Pada pekerjaan tertentu hubungan antara suatu pekerjaan dengan pekerjaan lainnya tidak ada saling ketergantungan.

Semua aktivitas kegiatan dalam suatu proyek dihubungkan berdasarkan hubungan yang logis yang akan membentuk suatu jaringan rangkaian pekerjaan (*Network Diagram*) yang berisi lintasan-lintasan peristiwa dan kegiatan. Beberapa langkah dalam penyusunan daftar ketergantungan adalah sebagai berikut :

1. Setiap kegiatan didefinisikan
2. Estimasi kebutuhan sumber daya seperti biaya pengadaan bahan dan alat yang diperlukan serta kebutuhan tenaga kerja
3. Estimasi durasi (lama pelaksanaan)
4. Pembuatan daftar kegiatan proyek
5. Pemberian nomor dan nama pada setiap kegiatan yang digunakan dalam penyajian jaringan kerja
6. Mengidentifikasi semua kegiatan yang harus selesai sebelum kegiatan yang ditinjau dimulai
7. Mengevaluasi setiap kegiatan sebelum selesai
8. Membuat daftar ketergantungan kegiatan-kegiatan proyek dan diagram jaringan kerja berdasarkan daftar ketergantungan tersebut.
9. Memperbaiki daftar ketergantungan serta diagram kerja yang dihasilkan dari langkah- langkah diatas, jika ada ketidaksesuaian.

Terdapat 3 kemungkinan hubungan logis yang dapat terjadi dalam beberapa kegiatan, antara lain :

1. Hubungan sebelumnya (*predecessor*)
Hubungan sebelumnya terjadi ketika sebuah aktivitas harus selesai terlebih dahulu sebelum aktivitas berikutnya dapat dimulai.
2. Hubungan setelahnya (*successor*)
Hubungan setelahnya terjadi setelah selesainya suatu aktivitas.
3. Hubungan tak tergantung

Hubungan tak tergantung yaitu hubungan kegiatan yang tidak didahului atau mendahului kegiatan lainnya. Mulai dan selesainya kegiatan atau aktivitas independent ini tidak tergantung dengan mulai atau selesainya kegiatan atau aktivitas lain.

2.13 Network Planning (Perencanaan Jaringan Pekerjaan)

2.13.1. Definisi *Network Planning*

Network Planning (Jaringan Kerja) pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram network. Dengan demikian diketahui bagian-bagian pekerjaan mana yang harus didahulukan, pekerjaan mana yang menunggu pekerjaan yang lain, serta pekerjaan mana yang tidak perlu tergesa-gesa sehingga alat dan pekerja bisa digeser ke pekerjaan yang lain demi efisiensi.

Dalam penyusunan *Network Planning* pada suatu proyek yang harus dilakukan adalah :

1. Interventasi kegiatan-kegiatan yang terdapat dalam proyek serta logika ketergantungan satu sama lain. Dengan mengetahui dua hal tersebut serta menggunakan simbol-simbol dari kegiatan dan peristiwa, maka rencana mendetail yang merupakan sebuah jaringan yang sudah didapatkan dari gambar.
2. Peninjauan unsur waktu dibuat perkiraan berdasarkan pengalaman, teori dan perhitungan mengenai jangka waktu penyelesaian tiap-tiap kegiatan kemudian dihitung kapan waktu terjadinya tiap-tiap dari permukaan sampai akhir proyek tersebut.

Data yang diperlukan untuk menyusun *Network Planning* antara lain :

- a. Urutan pekerjaan yang logis
Pekerjaan apa yang harus diselesaikan lebih dulu sebelum pekerjaan yang lain dimulai, dan pekerjaan apa yang kemudian mengikutinya.
- b. Target waktu penyelesaian setiap pekerjaan
Biasanya memakai waktu rata-rata berdasarkan pengalaman, jika proyek tersebut baru pertama kali dikerjakan maka akan diberi kelonggaran waktu.
- c. Biaya untuk mempercepat setiap pekerjaan
Hal ini berguna jika pekerjaan-pekerjaan yang ada di jalur kritis ingin dipercepat agar seluruh proyek cepat selesai.

- d. Sumber daya
Tenaga, alat, dan bahan yang diperlukan

2.13.2. Manfaat Network Planning

Manfaat dari penyusunan *Network Planning* adalah sebagai berikut :

1. Merencanakan, menjadwalkan dan mengawasi proyek secara logis dan sistematis
2. Mengetahui secara mendetail rencana proyek
3. Mengetahui hambatan-hambatan yang mungkin timbul jauh sebelum dilakukannya proyek tersebut, sehingga dapat segera dilakukan tindakan pencegahan yang diperlukan
4. Mengawasi proyek dengan lebih efisien, sebab hanya jalur-jalur kritis saja yang perlu konsentrasi pengawasan ketat
5. Dapat mencapai pelaksanaan proyek yang lebih ekonomis

2.13.3. Dasar-Dasar Network Planning

Ada beberapa istilah yang sering digunakan dalam pengerjaan *Network Planning* adalah sebagai berikut :

1. Waktu Luang (*Float/Stack Time*)

Waktu luang merupakan sejumlah waktu yang tersedia dalam suatu kegiatan sehingga memungkinkan kegiatan tersebut dapat ditunda ataupun diperlambat secara sengaja atau tidak sengaja, tetapi penundaan tersebut tidak menyebabkan proyek mengalami keterlambatan dalam penyelesaiannya. (I.Ervianto, 2002, p.163) Ada dua macam *float*, yaitu :

- *Total Float*

Total Float adalah jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda, tanpa mempengaruhi jadwal proyek secara keseluruhan. Jumlah waktu tersebut sama dengan waktu yang didapat bila semua kegiatan terdahulu dimulai seawal mungkin, sedangkan semua kegiatan berikutnya dimulai selambat mungkin.

- *Free Float*

Free Float merupakan sejumlah waktu yang tersedia untuk dapat memperlambat pelaksanaan kegiatan tanpa mempengaruhi dimulainya kegiatan yang langsung mengikutinya.

2. *Lead Time*

Lead Time merupakan besarnya waktu yang mungkin dapat dilakukan untuk memulai suatu pekerjaan, tanpa harus menunggu selesainya pekerjaan lain (*predecessor*).

3. Waktu Tunggu (*Lag*)

Waktu Tunggu merupakan besarnya tenggang waktu untuk dapat dimulai suatu pekerjaan setelah pekerjaan lain yang mendahuluinya selesai.

4. Kegiatan Kritis

Kegiatan Kritis merupakan kegiatan yang sangat peka terhadap keterlambatan, dimana keterlambatan itu akan mengakibatkan pelaksanaan proyek secara keseluruhan akan terlambat.

5. Lintasan Kritis

Lintasan Kritis merupakan salah satu lintasan yang terdapat pada jaringan pekerjaan yang berisi kegiatan-kegiatan kritis. Pada lintasan ini dapat diketahui jangka waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.

6. Pengalokasian dan Pemerataan Sumber Daya

Pada periode suatu waktu tingkat kebutuhan sumber daya tidak sama besar. Untuk menghindari terjadinya pemborosan sumber daya maka perlu diadakan pemerataan sumber daya pada masing-masing pekerjaan proyek. Untuk mengadakan alokasi sumber daya tidak terbatas dilakukan *levelling* atau perataan untuk batas waktu (*time line*). Tujuan dari pengalokasian sumber daya tidak terbatas ini adalah untuk mengatur jadwal aktivitas-aktivitas sedemikian rupa, sehingga tingkat kebutuhan sumber daya dari waktu ke waktu menjadi serata mungkin.

2.14 Menentukan Jadwal Pelaksanaan Proyek

Penjadwalan adalah pengaturan perincian yang diperlukan untuk melaksanakan rencana proyek. Sedangkan jadwal pelaksanaan proyek adalah petunjuk bagi pelaksanaan proyek tentang kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan sesuai waktu yang telah ditentukan yang divisualisasikan dalam bentuk diagram balok. Panjang setiap balok menunjukkan lamanya waktu yang diperlukan untuk masing-masing kegiatan proyek dengan *time schedule*, tanggal penyelesaian suatu proyek dapat ditentukan.

Kemajuan pelaksanaan proyek dapat dilihat dengan menggunakan kurva “S”, pemakaian kurva “S” menitik beratkan pada analisis kemajuan proyek secara keseluruhan.

Dari segi waktu, biaya dan prestasi kerja (*progress*). Grafik kurva “S” dibuat dengan sumbu sebagai alternatif biaya atau jam orang yang telah digunakan atau prosentase (%) penyelesaian pekerjaan sedangkan sumbu Y menunjukkan parameter waktu. Itu berarti menggambarkan kemajuan volume pekerjaan yang diselesaikan sepanjang siklus proyek.

Jika grafik ini disusun berdasarkan perencanaan dasar (kumulatif pengeluaran berdasarkan anggaran uang atau jam orang maka akan segera terlihat terjadinya penyimpangan. Dalam pembuatan kurva “S” akan diperlukan sumber data sebagai berikut:

- Metode Pelaksanaan Konstruksi
Metode pelaksanaan konstruksi akan memberikan urutan kegiatan dan karakteristik kegiatannya (melalui jaringan kerja)
- Diagram Balok
Dengan tujuan untuk mempermudah dalam melihat kegiatan-kegiatan yang masuk dalam suatu jangka waktu kemajuan pelaksanaan proyek, maka secara umum kurva “S” akan selalu di plot dalam diagram balok.
- Distribusi Sumber Daya
Distribusi sumber daya ini tergantung dari jenis sumber daya yang ingin diawasi baik itu biaya, tenaga kerja, maupun peralatan proyek. Distribusi sumber daya ini dianggap dapat mencerminkan nilai pekerjaan di lapangan.

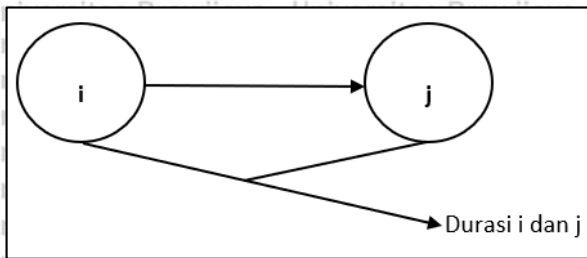
2.14.1. Network Diagram

Network diagram adalah visualisasi proyek berdasarkan *network planning*. *Network Diagram* adalah jaringan kerja yang berisi lintasan-lintasan kegiatan dan urutan-urutan peristiwa yang ada selama penyelenggaraan proyek. Dengan *network diagram* akan dapat dilihat hubungan suatu kegiatan dengan kegiatan lainnya, sehingga bila kegiatan lainnya terlambat maka dengan segera dapat dilihat kegiatan apa saja yang dipengaruhi oleh keterlambatan kegiatan tersebut dan seberapa besar pengaruhnya. Selain itu dengan adanya *network diagram* dapat diketahui kegiatan atau lintasan mana yang kritis, sehingga dengan mengetahui tingkat kekritisannya dapat ditetapkan skala prioritas dalam menangani masalah-masalah yang timbul dalam penyelenggaraan proyek. (Ali, 1995, p.8) Ada beberapa macam metode *network diagram* antara lain :

1. Metode Activity On Arrow (AOA)

Metode Activity On Arrow biasanya digunakan untuk proyek yang memiliki banyak ketergantungan di antara kegiatannya. Metode ini dibentuk dari anak-anak panah dan lingkaran. Anak panah mewakili kegiatan-kegiatan proyek, sedangkan lingkaran atau node mewakili *event* atau kejadian. Node pada bagian awal anak panah (ekor) disebut node “I” sedangkan node pada bagian kepala anak panah disebut node “J”. Karena metode ini menghubungkan node-node dari setiap kegiatan bersama-sama maka node

J dari kegiatan sebelumnya juga menjadi node I pada kegiatan berikutnya. Terkadang metode ini juga disebut diagram I-J karena penggunaan I atau J pada node-nodenya.



Gambar 2. 18 Hubungan Peristiwa dan Kegiatan pada AOA

Sumber : Widiasanti & Lengogeni (2013 p.54)

Beberapa hal penting untuk memahami diagram panah adalah sebagai berikut :

- *Event* (kejadian)

Event merupakan titik signifikan selama waktu proyek. Sebuah *event* bisa saja merupakan waktu yang mana suatu aktivitas diselesaikan atau waktu yang mana aktivitas-aktivitas seluruhnya selesai.

- Aktivitas

Aktivitas merupakan pelaksanaan kegiatan yang nyata dari suatu pekerjaan. Oleh karena itu aktivitas memerlukan sumber daya seperti tenaga manusia, peralatan dan fasilitas lainnya.

- Aktivitas *Dummy*

Aktivitas *Dummy* merupakan aktivitas buatan dengan nol durasi yang hanya menggambarkan hubungan preseden di antara kegiatan-kegiatan. Aktivitas *Dummy* digunakan ketika ada kasus-kasus yang menunjukkan kesulitan yang terjadi jika menggunakan hanya satu anak panah untuk beberapa kegiatan. Aktivitas *Dummy* membantu menjelaskan hubungan logis antar kegiatan dan memastikan bahwa setiap aktivitas memiliki nomor nodenya (Callahan, 1002).

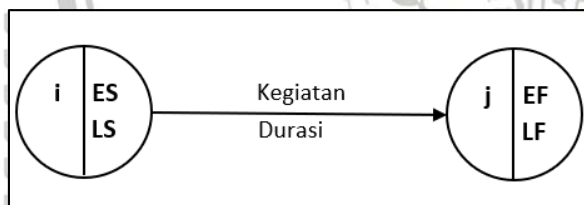
Aktivitas *Dummy* memiliki durasi atau ketergantungan dengan kegiatan lain dan digambarkan dengan garis anak panah yang terputus-putus.

Pada metode jaringan kerja dikenal adanya jalur kritis yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan, dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Jadi jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek (Soeharto, 1999, p.240)

Jalur kritis penting artinya bagi para pelaksana proyek karena pada jalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang pelaksanaannya harus tepat waktu, selesai juga tepat waktu. Jika terjadi keterlambatan maka akan menyebabkan keterlambatan proyek keseluruhan.

Sebelum membuat jalur kritis dalam metode penjadwalan jaringan kerja AOA, harus diketahui terlebih dahulu cara perhitungan durasi proyek yang terbagi dalam hitungan maju dan hitungan mundur. Ada beberapa istilah yang terlibat sehubungan dengan perhitungan maju dan mundur metode AOA sebagai berikut :

- *Early Start (ES)* adalah waktu yang paling awal sebuah kegiatan dapat dimulai setelah kegiatan sebelumnya selesai. Bila waktu kegiatan dinyatakan atau berlangsung dalam jam, maka waktu ini adalah jam paling awal kegiatan dimulai.
- *Late Start (LS)* adalah waktu paling akhir sebuah kegiatan dapat diselesaikan tanpa memperlambat penyelesaian jadwal proyek.
- *Early Finish (EF)* adalah waktu paling awal sebuah kegiatan dapat diselesaikan jika dimulai pada waktu paling awalnya dan diselesaikan sesuai dengan durasinya. Bila hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu merupakan ES kegiatan berikutnya.
- *Late Finish (LF)* adalah waktu paling akhir sebuah kegiatan dapat dimulai tanpa memperlambat penyelesaian proyek.



Gambar 2. 19. Potongan Jaringan kerja AOA dengan penempatan ES, LS, EF, dan LF
Sumber: Widiasanti & Lenggogeni (2013, p.62)

Seperti yang telah disebutkan diatas, untuk mendapatkan angka-angka ES, LS, EF, dan LF maka dikenal dua perhitungan dalam jaringan kerja AOA, yaitu perhitungan maju dan perhitungan mundur. Penjelasan keduanya adalah sebagai berikut :

a. Perhitungan Maju

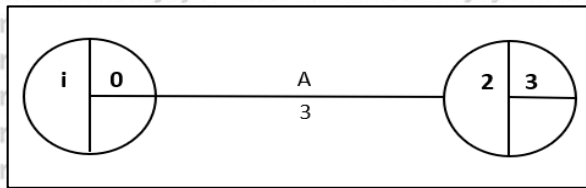
Dalam mengidentifikasi jalur kritis dipakai suatu cara yang disebut hitungan maju dengan aturan-aturan yang berlaku sebagai berikut :

- Kecuali kegiatan awal, maka suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan yang mendahuluinya (*predecessor*) telah selesai.
- Waktu paling awal suatu kegiatan adalah sama dengan 0.
- Waktu selesai paling awal suatu kegiatan adalah sama dengan waktu mulai paling

awal, ditambah kurun waktu kegiatan yang bersangkutan.

$$EF = ES + D \text{ atau}$$

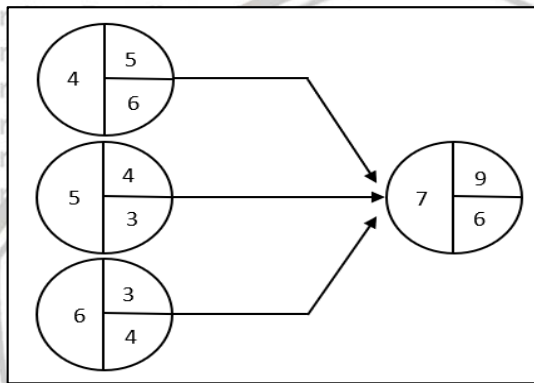
$$EF(i-j) = ES(i-j) + D(i-j)$$



Gambar 2. 20 Perhitungan Maju

Sumber: Widiyanti & Lenggogeni (2013, p.62)

- Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan pendahulunya, maka ES-nya adalah EF terbesar dari kegiatan-kegiatan tersebut.



Gambar 2. 21. Perhitungan Maju

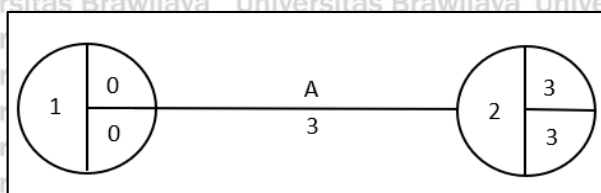
Sumber: Widiyanti & Lenggogeni (2013, p.63)

b. Perhitungan Mundur

Perhitungan mundur dimaksudkan untuk mengetahui waktu atau tanggal paling akhir yang masih dapat memulai dan mengakhiri kegiatan tanpa menunda kurun waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan yang telah dihasilkan dari perhitungan maju.

Aturan yang berlaku dalam perhitungan mundur adalah sebagai berikut :

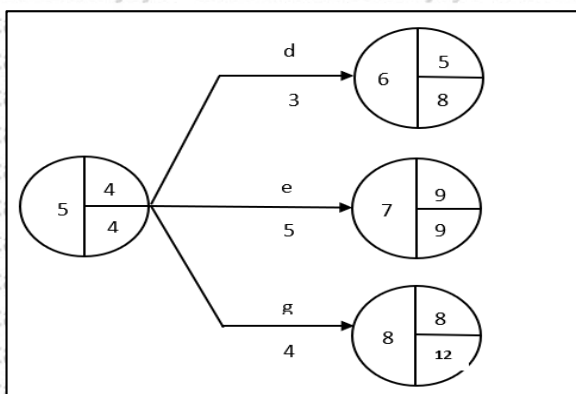
- Hitungan mundur dimulai dari ujung kanan, yaitu dari hari terakhir penyelesaian proyek suatu jaringan kerja.
- Waktu mulai paling akhir suatu kegiatan adalah sama dengan waktu selesai paling akhir dikurangi kurun waktu kegiatan yang bersangkutan atau $LS = LF - D$



Gambar 2. 22 Perhitungan Mundur

Sumber: Widiyanti & Lenggogeni (2013, p.64)

- Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan berikutnya, maka waktu aling akhir (LF) kegiatan tersebut adalah sama dengan waktu mulai paling akhir (LS) kegiatan berikutnya yang terkecil.



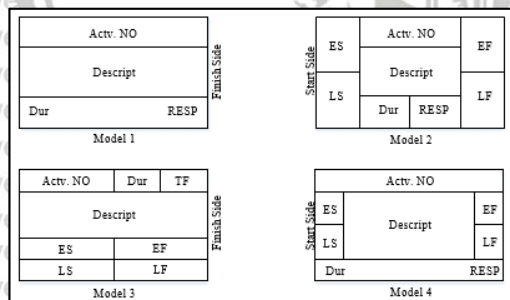
Gambar 2. 23 Perhitungan Mundur

Sumber: Widiasanti & Lenggogeni (2013, p.64)

2. Precedence Diagramming Method (PDM)

Precedence Diagramming Method merupakan penyempurnaan dari diagram panah, karena diagram presenden pada prinsipnya hanya memakai satu jenis hubungan yaitu hubungan aktivitas akhir-awal (*Finish to Start Relationship*). Berbeda dengan AOA yang menitikberatkan kegiatan pada anak panah, PDM menitikberatkan kegiatan pada node sehingga kadang disebut juga Activity on Node (Widiasanti & Lenggogeni (2013).

Bentuk-bentuk node pada PDM bermacam-macam, seperti :



Gambar 2. 24 Model Node PDM

Sumber: Widiasanti & Lenggogeni (2013, p.103)

Terdapat beberapa hubungan logika dalam diagram presenden, antara lain :

- *Hubungan Finish to Start (FS)*

Hubungan *Finish to Start* merupakan hubungan yang paling sering digunakan dalam PDM. Hubungan ini juga merupakan hubungan yang terjadi pada diagram AOA. Suatu aktivitas tidak dapat dimulai sebelum aktivitas sebelumnya selesai. Hubungan *Finish to Start* dapat dibuat dalam tiga jenis jika *lag* digunakan yaitu lag nol, *lag* positif, dan *lag* negatif. *Lag* positif digunakan untuk situasi dimana kebutuhan material untuk perawatan

atau penguatan sebelum pekerjaan lain dilakukan. *Lag nol* merupakan dilakukannya kegiatan selanjutnya setelah kegiatan sebelumnya telah selesai, sedangkan *lag* negatif digunakan dalam situasi dimana suatu aktivitas diijinkan dilakukan sebelum aktivitas sebelumnya selesai.

- *Hubungan Start to Start (SS)*

Seperti yang telah dijelaskan dalam hubungan *finish to start* dengan lag negatif, beberapa aktivitas tidak harus menunggu aktivitas sebelumnya selesai. Hubungan *start to start* dengan lag negatif digunakan untuk menunjukkan hubungan antara dua aktivitas yang dimulai bersamaan dan sangat jarang digunakan karena sangat sulit untuk dipahami. Sedangkan hubungan *start to start* dengan lag nol juga biasanya dibuat untuk dua kegiatan dengan dua subkontraktor yang berbeda atau dua kegiatan dengan dibawah satu kontraktor tetapi menggunakan tenaga kerja, material, dan peralatan yang berbeda.

- *Hubungan Finish to Finish (FF)*

Sama halnya dengan hubungan *start to start*, hubungan *finish to finish* digunakan untuk menunjukkan hubungan antara selesainya dua aktivitas.

- *Hubungan Start to Finish (SF)*

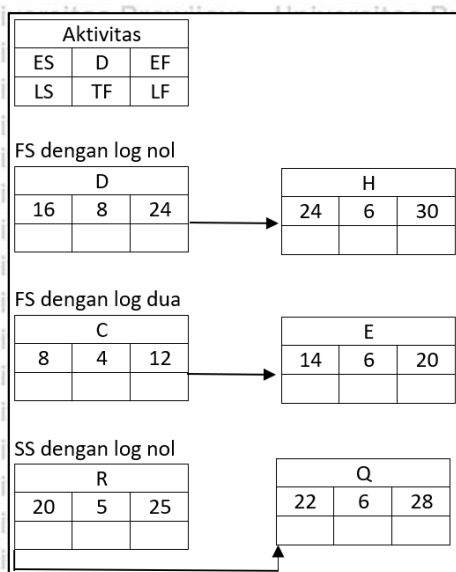
Hubungan start to finish memberikan penjelasan hubungan antara suatu kegiatan dapat diselesaikan setelah kegiatan sebelumnya dimulai.

Sama halnya dengan metode penjadwalan jaringan kerja AOA, pada *Precedence Diagramming Method* dikenal juga perhitungan maju mundur untuk menghitung lamanya atau waktu kerja proyek. Perhitungan maju mundur pada PDM dapat dijelaskan sebagai berikut (Soeharto, 1997).

- a. Perhitungan Maju pada PDM

Tujuan dari perhitungan maju pada PDM adalah untuk menentukan waktu mulai paling awal (*early start*) yang terjadi. Ketentuan dalam perhitungan maju adalah sebagai berikut :

- Angka terkecil yang dapat terjadi pada ES adalah nol. Jadi, aktivitas pertama yang dibuat ES-nya adalah nol.
- Aktivitas EF adalah aktivitas ES dijumlahkan dengan durasinya $EF = ES + D$
- Nilai ES pada kegiatan berikutnya didapatkan dengan menambahkan *lag* pada anak panah dengan nilai EF pada kegiatan sebelumnya sesuai dengan hubungan logis diantara kegiatan tersebut.



Gambar 2. 25 Perhitungan Maju pada PDM

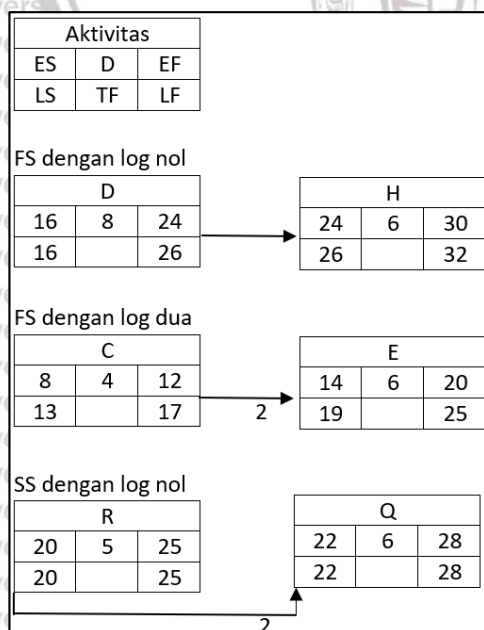
Sumber: Widiyanti & Lenggogeni (2013, p.111)

b. Perhitungan Mundur pada PDM

Perhitungan mundur diselesaikan dengan menghitung durasi dari kanan ke kiri diagram.

Pada saat melakukan perhitungan mundur, maka kotak *Late start* dan *Late finish* akan terisi. Langkah perhitungan mundur adalah sebagai berikut :

- Nilai terbesar yang mungkin terjadi untuk LS atau LF adalah nilai durasi proyek.
- Nilai LS adalah LF dikurangi durasi kegiatan
- Nilai LF pada kegiatan sebelum didapat dari nilai LS dikurangi *lag* pada anak panah pada kegiatan sesudah.



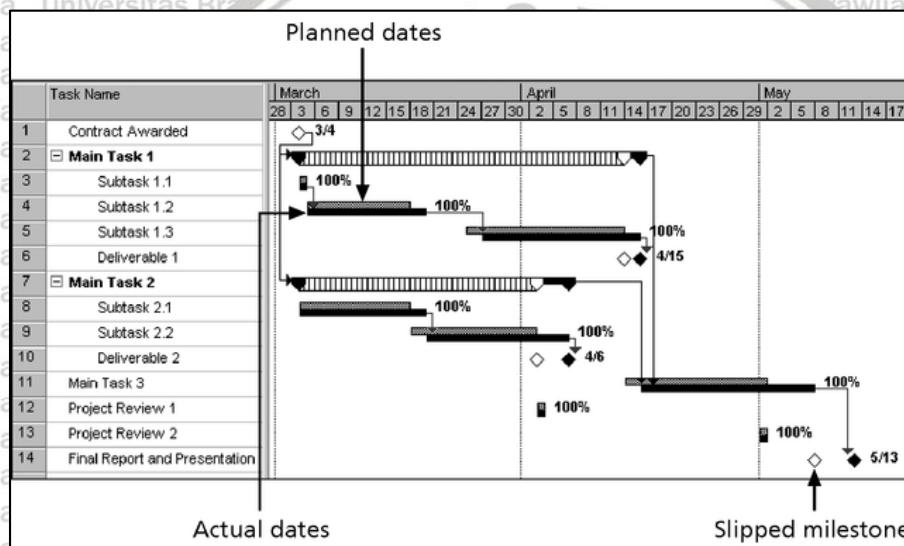
Gambar 2. 26 Perhitungan Mundur pada PDM

Sumber: Widiyanti & Lenggogeni (2013, p.111-112)

3. Diagram Balok (*Bar Chart*)

Diagram balok atau *Bar chart* adalah sekumpulan aktivitas yang ditempatkan dalam kolom vertikal, sementara waktu ditempatkan dalam baris horizontal. Waktu dimulai dan selesai setiap kegiatan beserta durasinya ditunjukkan dengan menempatkan balok horizontal di bagian sebelah kanan dari setiap aktivitas. Perkiraan waktu mulai dan selesai dapat ditentukan dari skala waktu horizontal pada bagian atas bagan. Panjang dari balok menunjukkan durasi dari aktivitas dan biasanya aktivitas-aktivitas tersebut disusun berdasarkan kronologi pekerjaannya (Callahan, 1992).

Dengan menggunakan diagram balok ini akan didapatkan informasi yang mencakup tiga segi pada waktu tertentu, misalnya pada waktu evaluasi untuk mengetahui perkembangan pekerjaan. *Barchart* ini digunakan secara luas sebagai teknik penjadwalan dalam konstruksi.



Gambar 2.27 Contoh Bagan Balok (*Barchart*)

Sumber: Widiasanti & Lenggogeni (2013)

Kelebihan *Barchart* adalah :

- Mudah dalam pembuatan dan persiapannya
- Memiliki bentuk yang mudah dimengerti
- Bila digabungkan dengan metode lain, seperti kurva S dapat dipakai lebih jauh sebagai pengendalian biaya

Kekurangan *barchart* adalah :

- Tidak menunjukkan secara spesifik hubungan ketergantungan antara satu kegiatan dengan kegiatan yang lain, sehingga sulit untuk mengetahui dampak yang diakibatkan oleh keterlambatan satu kegiatan terhadap jadwal keseluruhan proyek.
- Sulit mengadakan perbaikan atau pembaruan karena umumnya harus dilakukan dengan

membuat bagan balok baru, padahal tanpa adanya pembaruan segera menjadi menurun daya gunanya.

- Untuk proyek berukuran sedang dan besar lebih-lebih yang bersifat kompleks penggunaan bagan balok akan menghadapi kesulitan.

Jika jumlah kegiatan tidak terlalu banyak, misalnya dengan membatasi dan memilih yang penting saja seperti hasilnya pembuatan jadwal induk, maka pemakaian bagan balok untuk perencanaan dan pengendalian menjadi pilihan pertama karena mudah dimengerti oleh semua lapisan pelaksana dan pimpinan proyek. Penggunaan *barchart* lebih jauh adalah sebagai alat kontrol waktu dan biaya yang ditunjukkan dengan kurva “S”.

2.15 Meratakan Penggunaan Sumber Daya

Aspek penting yang harus diperhatikan dalam melakukan optimalisasi waktu penyelesaian proyek adalah efisiensi dalam hubungan antar jadwal dan sumber daya. Sumber daya yang akan ditinjau disini adalah sumber daya tenaga kerja yang merupakan salah satu sumber daya paling penting, karena penyediaannya terbatas. Hal ini dipengaruhi oleh faktor kualitas ataupun hal-hal lain, diperlukan biaya yang mahal dan waktu yang cukup lama dalam menyeleksi tenaga kerja.

Setelah tenaga kerja terpilih dan bergabung dengan suatu proyek maka tidak mudah untuk melepas dan memanggil kembali untuk bekerja sesuai dengan naik turunnya pekerjaan yang tersedia. Sedangkan untuk menahan para tenaga kerja untuk *stand-by* membutuhkan biaya yang tidak sedikit dan tidak efisien. Oleh karena itu, diusahakan tidak terjadi keperluan yang bersifat naik turun secara tajam (*fluctuation*). Untuk menghindari keperluan tenaga kerja yang naik turun secara tajam maka dapat dilakukan metode pemerataan sumber daya atau *resource levelling*.

Pemerataan sumber daya atau *resource levelling* yaitu dengan cara menggeser-geser komponen kegiatan proyek non kritis (Sebatas *float* yang tersedia) dan mengusahakan untuk tidak terjadi *fluctuation* jumlah tenaga kerja yang tajam (Soeharto, 1999:222).

2.16 Penerapan Program Komputer dalam Proyek Konstruksi

Perkembangan teknologi komputer saat ini untuk membantu dan memudahkan pekerjaan di bidang manajemen proyek yang kini telah berkembang pesat, sehingga sesuai untuk merencanakan, menyusun jadwal, dan mengendalikan suatu proyek yang kompleks.

Secara potensial berarti akan menambah efektivitas penyelenggaraan proyek. Program komputer yang akan digunakan dalam pembahasan ini adalah *Microsoft Project Manager*.

2016 sebagai alat bantu dalam penyusunan *Network Planning*, karena program ini sangat membantu dalam memantau secara langsung penggunaan sumber daya dalam proyek.

2.16.1. Microsoft Project Manager 2016

Microsoft Project Manager 2016 adalah program komputer yang membantu untuk menyusun rencana kerja dalam sebuah proyek konstruksi mulai dari tahap awal perencanaan hingga tahap akhir suatu pekerjaan. Hal-hal pertama yang harus dilakukan dalam sebuah proyek adalah :

1. Melakukan perencanaan dan penjadwalan dengan melibatkan semua orang yang berkompeten dalam proyek tersebut.
2. Menentukan jenis-jenis pekerjaan (*task*), sumber daya yang diperlukan (*cost*), juga jadwal kerja (*schedule*) kapan pekerjaan dimulai dan kapan pekerjaan sudah harus selesai. Jika semua hal tersebut telah ditentukan dan disetujui oleh semua pihak, maka rencana dasar (*baseline*) suatu proyek telah dimiliki.
3. Rencana tersebut dijalankan dan perkembangannya dipantau dalam sebuah tahapan *tracking*. Apabila pekerjaan belum sesuai, maka dilakukan penjadwalan ulang (*rescheduling*).

Microsoft Project Manager 2016 mempunyai kelebihan yang sangat berguna untuk waktu yang akan datang dan dirancang untuk memudahkan mengatur jadwal pekerjaan, pemanfaatan sumber daya secara optimal, jalannya pekerjaan sesuai rencana, serta informasi yang akurat tentang kondisi pekerjaan yang sedang dikerjakan. Selain itu *Microsoft Project Manager 2016* dapat menyusun ulang jadwal secara cepat dan memungkinkan untuk melakukan pengawasan terhadap perubahan yang terjadinya dalam suatu bagian proyek yang akan mempengaruhi seluruh rencana kerja yang dilakukan, dengan *Microsoft Project Manager 2016* ini akan dapat dengan mudah melakukan pengawasan terhadap seluruh pekerjaan.

Microsoft Project Manager 2016 merupakan penggabungan dari ketiga metode manajemen proyek, yaitu PERT (*Program Evaluation Review Technique*), CPM (*Critical Path Method*) dan *Gannt Chart* untuk mengelola proyek. Ada beberapa fasilitas yang diberikan oleh *Microsoft Project Manager 2016*, antara lain :

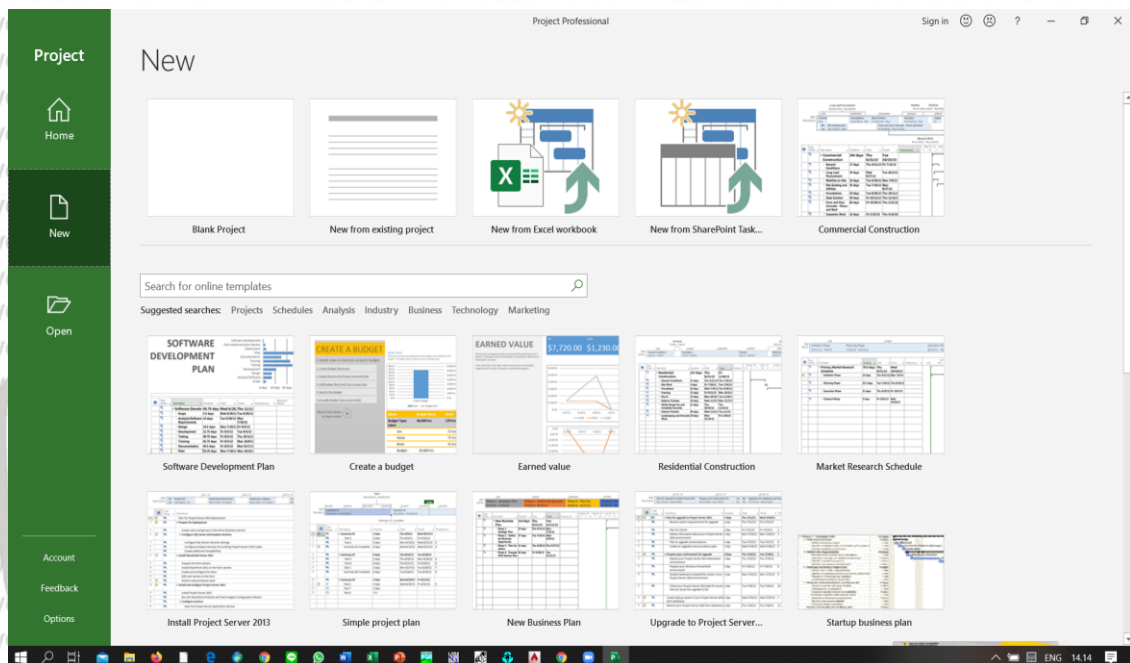
1. Dapat dipelajari dengan mudah karena kemudahan yang telah diberikan oleh sistem operasinya sendiri yaitu *Microsoft Windows*.
2. Pembuatan jadwal baru dengan mengisikan daftar pekerjaan, durasi, pengorganisasian dan lain sebagainya.

3. Jadwal kerja dan kalender kerja dapat disesuaikan dan diatur sesuai dengan kebutuhan yang ada.
4. Penyusunan laporan dapat disajikan dalam berbagai format.

2.16.2. Penggunaan Microsoft Project Manager 2016

Tahapan dalam pengelolaan proyek dengan menggunakan *Microsoft Project Manager 2016* adalah sebagai berikut :

1. Memulai program *Microsoft Project Manager 2016*



Gambar 2. 28 Tampilan Awal Microsoft Project Manager 2016

Sumber : Hasil Perhitungan (2021)

2. Menentukan Kalender dan Jam Kerja

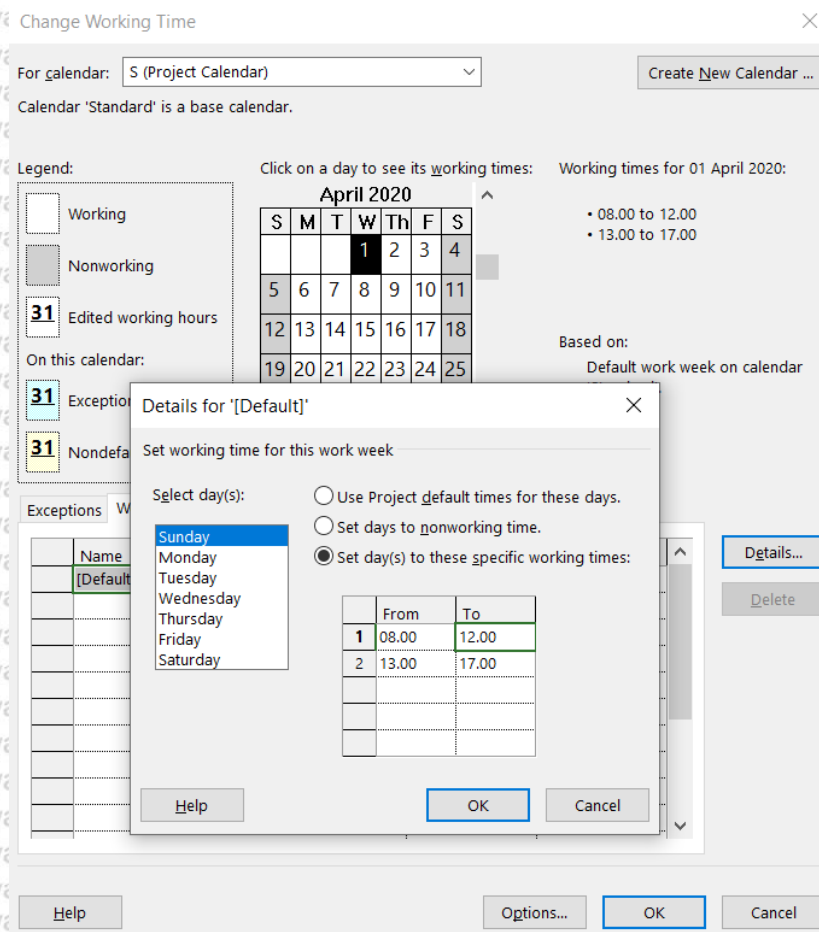
Sebelum memulai menggunakan *Microsoft Project Manager*, langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan jam dan hari kerja terlebih dahulu. Di dalam *Microsoft Project Manager* standar hari kerja adalah 5 hari untuk jam kerja 8 jam. Hari kerja dan jam kerja harus disesuaikan dengan jam kerja diproyek tersebut. Penentuan jam kerja sangat berpengaruh pada penyelesaian suatu proyek. Semakin banyak hari kerja dalam satu minggu maka semakin cepat pula penyelesaian proyek tersebut.

Pada *Microsoft Project Manager 2016* secara *default* jumlah hari kerja dalam seminggu adalah 5 hari dengan jumlah jam kerja perhari 8 jam. Pada proyek ini hari kerja dalam seminggu adalah 7 hari, dimana jam kerja untuk perharinya adalah 8 jam.

Untuk menyesuaikan dengan hari kerja dan jam kerja yang direncanakan pada proyek maka dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- Pilih menu **Project > Change Working Time**;
- Pilih tab **Work Weeks > Details**;
- Pada *select day (s)*, pilih **Saturday > Set day (s) these specific working times**;
- Mengisi jam kerja pada kolom Form: 08.00 To: 12.00 dan From: 13.00 To: 17.00 (pada jam 12.00 – 13.00 merupakan jam istirahat)
- Untuk hari minggu, dilakukan perubahan yang sama seperti hari sabtu; dan

Klik tombol **OK**



Gambar 2. 29 Penyusunan Kalender Kerja Proyek
Sumber : Hasil Perhitungan (2021)

3. Menyusun Jadwal

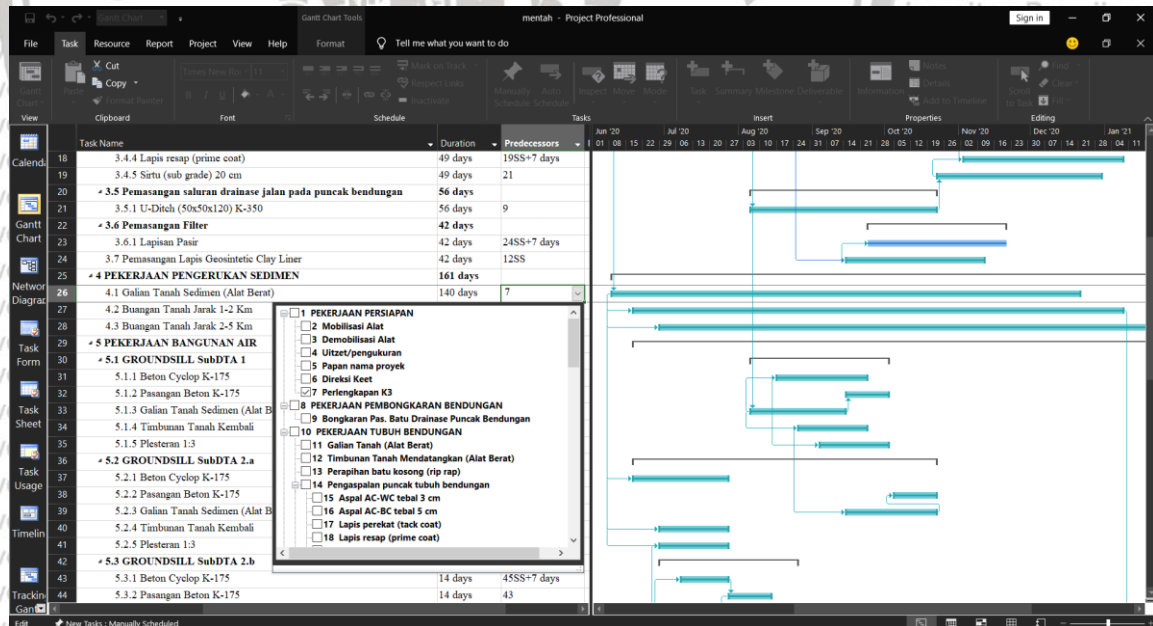
Jadwal proyek yang diperlukan dapat dibuat dengan memasukkan daftar pekerjaan yang ada, kemudian menentukan durasi waktu yang dibutuhkan untuk masing-masing pekerjaan. Dengan *Microsoft Project Manager* ini akan dapat dilakukan pemecahan pekerjaan menjadi bagian-bagian yang lebih kecil berupa tugas dengan rincian durasi waktunya masing-masing, sehingga akan lebih mudah dalam pengelolaannya. Dengan menentukan prioritas pekerjaan yang akan dilaksanakan,

Microsoft Project Manager akan menghitung kebutuhan yang diinginkan dan menyusun kerangka jadwal menjadi kesatuan dari keseluruhan jadwal proyek. Pilih menu **Task** untuk menginput semua jenis pekerjaan, durasi, dan hubungan antara pekerjaan/ logika ketergantungan.

Pengelompokan pekerjaan sangatlah penting pada sebuah proyek. Pekerjaan dikelompokkan dalam kelompok pekerjaan utama atau biasanya disebut *summary*. Kemudian pekerjaan utama tersebut di *breakdown* lagi menjadi beberapa pekerjaan atau biasa disebut *sub-task*. Demikian pula dengan *sub-task*, ada beberapa *level sub-task* tergantung dari kompleksitas jenis pekerjaan dalam proyek.

Untuk membuat pengelompokan pekerjaan pada proyek ini, lakukan urutan langkah- langkah sebagai berikut :

- Blok jenis pekerjaan yang akan dijadikan *sub-task*;
- Pilih menu **Task > Indent Task**;
- Pilih menu **Task > Outdent Task** (Jika ingin mengembalikan *sub-task* menjadi *summary*); dan
- Pilih menu **Format > Ceklis Outline Number** (hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam pengelompokan).



Gambar 2. 30 Penyusunan *Network Planning*

Sumber : Hasil Perhitungan (2021)

4. Memasukkan Sumber Daya

Setelah daftar pekerjaan dan tugas masing-masing telah tersusun, dapat dilakukan penambahan sumber daya yang diperlukan (tenaga kerja, peralatan, dan biaya) untuk masing-masing durasi pekerjaan. Dengan *Microsoft Project Manager* pekerjaan akan

mudah karena proses dan pengisiannya praktis langsung tersusun. Pilih menu **View** > **Resource Sheet** untuk input sumberdaya yang dipakai dalam pekerjaan terkait.

- Resource Name**, bagian ini digunakan untuk mengisi nama sumber daya baik manusia, material atau alat;
- Type**, bagian ini digunakan untuk mengisi satuan resource yang bertipe material;
- Max Units**, bagian ini berfungsi untuk menentukan jumlah resource yang akan digunakan selama proyek berlangsung;
- Std Rate**, bagian ini digunakan untuk mengisi harga satuan untuk masing-masing resource;
- Cost/Use**, bagian ini dikhususkan untuk resource dengan pekerjaan borongan; dan
- Accure At**, bagian ini menunjukkan pilihan cara pembayaran.
 - **Start**: Pembayaran dilakukan di awal
 - **End**: Pembayaran dilakukan di akhir
 - **Prorate**: Pembayaran berdasarkan presentase penyelesaian pekerjaan

Resource Name	Type	Material Label	Units	Std. Rate	Cost/Use	Accure At
1 Pekerja	Work	P	1	Rp 6.875.000/h	Rp 0.00/h	Standard
2 Mandor	Work	M	1	Rp 11.875.000/h	Rp 0.00/h	Standard
3 Tukang Batu	Work	T	1	Rp 11.250.000/h	Rp 0.00/h	Standard
4 Tukang Tembok/Gali	Work	T	1	Rp 11.250.000/h	Rp 0.00/h	Standard
5 Tukang Las	Work	T	1	Rp 11.250.000/h	Rp 0.00/h	Standard
6 Kepala Tukang	Work	K	1	Rp 11.875.000/h	Rp 0.00/h	Standard
7 Excavator 80 - 140 Hp	Work	E	1	Rp 320.202.000/h	Rp 0.00/h	Standard
8 Dump Truck 12 Ton	Work	D	1	Rp 250.690.000/h	Rp 0.00/h	Standard
9 Baby Roller	Work	B	1	Rp 60.081.000/h	Rp 0.00/h	Standard
10 Batu Pecah 05-20 mm	Material	m3	B	Rp 197.941.000	Rp 0.00	Standard
11 Batu Pecah 00-05 mm	Material	m3	B	Rp 197.941.000	Rp 0.00	Standard
12 Portland Cement	Material	kg	P	Rp 1.075.000	Rp 0.00	Standard
13 Aspal Curah	Material	kg	A	Rp 10.510.000	Rp 0.00	Standard
14 Wheel Loader 1,0 - 1,6 m3	Work	W	1	Rp 381.426.000/h	Rp 0.00/h	Standard
15 Aspalat Mixing Plant	Work	A	1	Rp 8.699.511.000/h	Rp 0.00/h	Standard
16 Generator set 135 KVA	Work	G	1	Rp 479.785.000/h	Rp 0.00/h	Standard
17 Dump Truck 7,5 Ton	Work	D	1	Rp 322.111.000/h	Rp 0.00/h	Standard
18 Aspalat Finisher	Work	A	1	Rp 692.044.000/h	Rp 0.00/h	Standard
19 Tandem Roller 6 - 8 Ton	Work	T	1	Rp 436.343.000/h	Rp 0.00/h	Standard
20 Pneumatic Tire Roller 8 - 10 Ton	Work	P	1	Rp 472.455.000/h	Rp 0.00/h	Standard
21 Aspalat Sprayer 850 l	Work	A	1	Rp 75.045.000/h	Rp 0.00/h	Standard
22 Compressor 4000 - 6500 l/m	Work	C	1	Rp 192.687.000/h	Rp 0.00/h	Standard
23 Tanah Timbunan	Material	m3	T	Rp 65.000.000	Rp 0.00	Standard
24 Aspal Drum	Material	kg	A	Rp 11.177.000	Rp 0.00	Standard
25 Minyak Tanah	Material	Liter	M	Rp 13.346.000	Rp 0.00	Standard
26 Sirtu (Quarry)	Material	m3	S	Rp 40.000.000	Rp 0.00	Standard
27 Vibrator Temper	Work	V	1	Rp 48.839.000/h	Rp 0.00/h	Standard
28 U-Ditch (50x50x120)	Material	buah	U	Rp 549.651.000	Rp 0.00	Standard
29 Truck Cane	Work	T	1	Rp 108.425.000/h	Rp 0.00/h	Standard
30 Pasir Urug	Material	kg	P	Rp 120.000.000	Rp 0.00	Standard
31 Geosintetic Clay Liner	Material	Lembar	G	Rp 80.000.000	Rp 0.00	Standard

Gambar 2. 31 Sumber Daya yang dibutuhkan selama Proyek
Sumber : Hasil Perhitungan (2021)

5. Menyesuaikan Jadwal

Jika jadwal yang dibuat telah menyebabkan ketidaktepatan dalam pencapaian suatu tujuan, maka kita dapat menganalisis susunan dengan mengubah urutan pekerjaannya.

Dalam hal ini proses penggunaan alternatif penambahan jam kerja harian dan penambahan alat berat pada lintasan kritis akan mempengaruhi durasi penjadwalan pekerjaan dan jumlah biaya total keseluruhan proyek.

6. Publikasi Informasi Proyek

Untuk memperbaharui informasi proyek yang tengah dikerjakan dapat dengan mudah dilakukan dengan bantuan program ini. Hal-hal khusus mengenai kemajuan proyek dapat ditampilkan dengan lebih baik dengan fasilitas yang ada. Dapat ditampilkan dicetak dalam bentuk *gant chart* maupun bentuk kurva S.

7. Penelusuran Kemajuan Proyek

Data baru yang berupa pencapaian penambahan terhadap hasil pelaksanaan tugas dengan mudah akan dapat dimasukkan dan *Microsoft Project Manager* akan menghitung kemajuan yang telah dicapai. Jika setelah proyek berjalan dan ada item pekerjaan yang dalam pelaksanaannya mengalami hambatan, maka *Microsoft Project Manager 2016* akan dapat segera memberitahu tentang hambatan kritis ini. Sehingga proyek dapat dihindarkan dari keterlambatan.

2.16.3. Kelebihan dan Kekurangan *Microsoft Project Manager 2016*

Kelebihan dari *Microsoft Project Manager 2016* adalah sebagai berikut :

Menu yang tersedia lebih lengkap, diantaranya adalah tersedianya *network planning*, *task usage*, *gannt chart*, dan *tracking gannt*

1. Dapat melakukan penjadwalan produksi secara efektif dan efisien, karena ditunjang dengan informasi alokasi waktu yang dibutuhkan untuk tiap proses, serta kebutuhan sumber daya untuk setiap proses sepanjang waktu.
2. Dapat diperoleh secara langsung informasi aliran biaya selama periode.
3. Mudah dilakukan modifikasi jika ingin melakukan *rescheduling*.
4. Penyusunan jadwal produksi yang tepat akan lebih mudah dihasilkan dalam waktu yang tepat.

Kekurangan dari *Microsoft Project Manager 2016* adalah sebagai berikut :

1. Diperuntukkan untuk *single user*.
2. Walaupun dapat diakses secara bersamaan dalam suatu jaringan tetapi hanya satu *user* saja yang dapat melakukan pengeditan.
3. Karena merupakan *single user software* maka pengendalian proyek tidak dapat dilakukan secara efektif.
4. Laporan pengembangan proyek tidak dapat diinput ketika file sedang dibuka oleh *user* lain.
5. Setiap *user* yang membuka file dapat melihat keseluruhan isi file, *software* tidak dapat membatasi data mana saja yang boleh diedit, diinput, dihapus, atau yang hanya boleh dilihat.



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

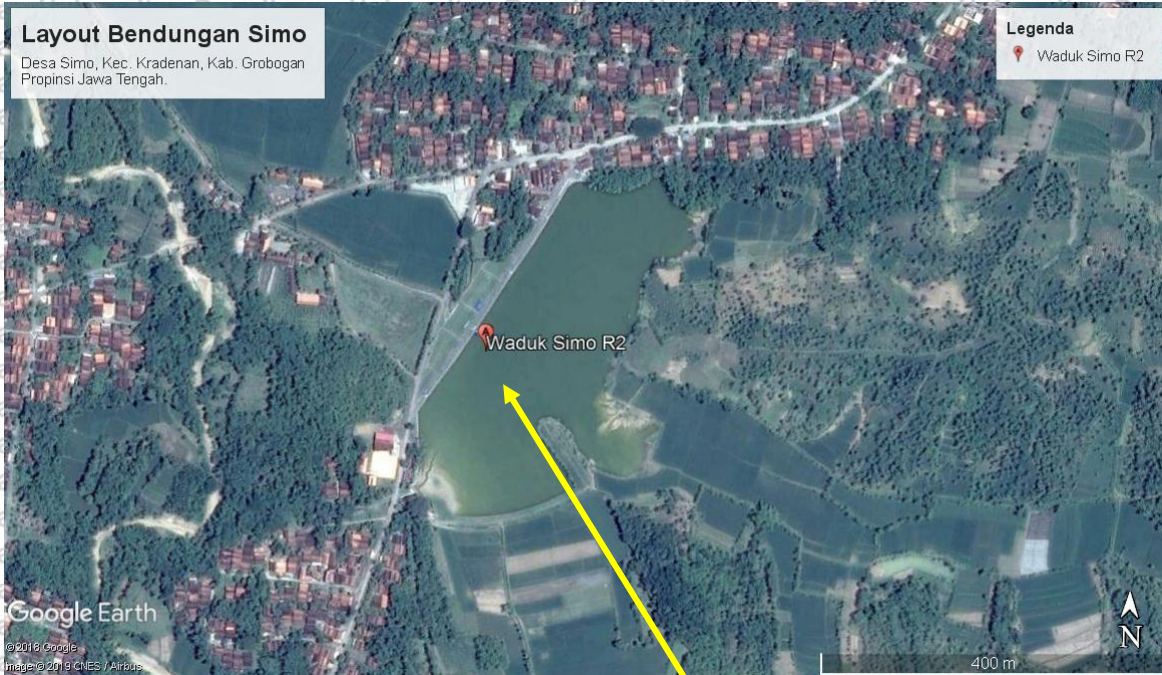
3.1. Deskripsi Daerah Studi

3.1.1. Lokasi Daerah Studi

Bendungan Simo terletak di Desa Simo, Kecamatan Kradenan, Kabupaten Grobogan, Provinsi Jawa Tengah. Bendungan Simo dibangun pada tahun 1904, yang merupakan bendungan urugan homogen dengan ketinggian maksimum sekitar 7 meter. Lokasi Bendungan Simo \pm 40 kilometer arah tenggara dari kota Purwodadi, dimana posisi Bendungan Simo berada di pinggir jalan menuju ke arah kota Sragen, dengan posisi geografis pada koordinat $111^{\circ}05'58''$ BT dan $7^{\circ}12'04''$ LS (Gambar 3.2).

Bendungan yang memiliki panjang 250 meter, dengan luas *Catchment Area* sebesar $1,92 \text{ km}^2$ mampu menampung air sebanyak $\pm 0,420$ juta m^3 . Sumber air bendungan Simo berasal dari sungai Wareng. Bendungan Simo berfungsi sebagai penampungan air di musim hujan dan secara teknis irigasi mampu mengairi areal persawahan seluas 482 hektar serta penyediaan air baku bagi masyarakat sekitar. Operasional dan Manajemen Bendungan Simo di bawah pengawasan BBWS (Balai Besar Wilayah Sungai) Pemali Juana.

Sejalan dengan pertambahan umur bendungan, fungsi dan kondisi fisik bendungan semakin lama semakin menurun. Bendungan Simo mengalami pendangkalan dan penyempitan akibat sedimentasi yang tinggi sehingga volume bendungan semakin berkurang. Selain itu terjadi pula rembesan dan pada bagian hilir tubuh bendungan terjadi longsor/sliding, sehingga mengkhawatirkan masyarakat di hilir Bendungan Simo. Bendungan menyimpan potensi bahaya bila tidak dikelola dengan baik. Bahaya yang sangat mengancam adalah terjadi keruntuhan (kerusakan) yang dapat menimbulkan kerugian harga maupun nyawa sangat besar.



Gambar 3. 1 Citra Lokasi Waduk Simo
Sumber: Google Earth Pro, 2020



Gambar 3. 2 Peta Lokasi Waduk Simo
Sumber: Google Earth Pro, 2020

3.1.2. Studi Terkait Survey Penelusuran Data Teknis Bendungan Simo

Dalam identifikasi kerusakan pada Bendungan Simo telah dilakukan beberapa kegiatan inspeksi besar terkait penilaian bangunan dan tingkat dampak resiko kerusakan bendungan. Dari data kerusakan inilah kegiatan rehabilitasi direncanakan. Kegiatan rehabilitasi sendiri dilakukan untuk mengembalikan fungsi waduk yang telah berkurang akibat kerusakan infrastruktur bendungan maupun berkurangnya *catchment* area akibat sedimentasi.

Bendungan Simo sendiri telah beberapa kali dilakukan survey untuk pekerjaan rehabilitasi antara lain, survey pertama yang dilakukan pada pekerjaan *Rehabilitation of Additional Six Dams in Central Java 22 November 1997* oleh PT. Indra Karya, PT. Gamma Epsilon, PT. Kwarsa Hexagon, PT. Binatama Wirawredha Konsultan. Penelusuran kedua dilaksanakan pada pekerjaan Inspeksi Visual (*visual inspection*) Bendungan Simo tanggal 18 Desember 2010 melibatkan PT. Wiratman dan Associates dan C. Lotti and Associati. *Special Study* atau studi spesial Waduk Simo dari Kementerian Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Balai Besar Wilayah Sungai Pemali-Juana, dikerjakan oleh PT. Virama Karya, 26 April 2012 (Tabel 3.1).

Penilaian resiko keamanan bendungan oleh Komisi Bendungan Besar Internasional/*International Commission on Large Dams (Risk Assesment by ICOLD)* pada 3 Juli 2016. Pekerjaan Inspeksi Besar Simo pada 13 Agustus 2016 oleh PT. Aria Jasa Konsultan dan CV. Jati Utama. Dan yang terakhir ialah Studi Khusus Bendungan Simo pada 2 Maret 2018 oleh PT. Aria Jasa Konsultan, yang mana hasil surveynya digunakan sebagai dasar rencana pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo pada Program *Dam Operation Improvement and Safety Project (DOISP)* tahap II (Tabel 3.1).

Tabel 3. 1 Data Teknis Bendungan Simo

		Rehabilitation of		Inspeksi Visual		Special Study		Risk Assesment By		Inspeksi Besar		Studi Khusus	
No	Data Teknis	Additional Six Dams In		Bendungan Simo 2010		Simo 2012		ICOLD 2014		Simo 2016		Bendungan Simo 2018	
		Central Java 1997											
1	Hidrologi												
a	Sungai			Drainase Lokal		Drainase Lokal		Drainase Lokal		Sungai Wareng		Sungai Wareng	
b	Luas DTA	1.487 km ²		1.487 km ²		1.932 km ²		1.932 km ²		1.932 km ²		1.92 km ²	
	Curah Hujan												
c	Tahunan			2437 mm		1.477 mm		1.477 mm		2.088 mm		2.169 mm	
	Luas Areal												
d	Irigasi			482 Ha		492 Ha				445 Ha		482 Ha	
	Banjir Rencana			40.00 m3/detik (1/2									
e	Desain			PMF)		-		-		-		-	
2	Bendungan												
		Timbunan Tanah Homogen				Urugan Tanah Urugan		Tanah		Urugan tanah			
a	Tipe	dengan drainase kaki		Urugan Tanah Homogen		homogen		homogen		homogen		Urugan tanah homogen	
	Tinggi dari atas												
b	galian	7.00 m		7.00 m		7.00 m		7.00 m		7.00 m		7.20 m	
	Tinggi diatas												
c	dasar sungai	7.20 m		7.20 m		7.20 m		7.20 m		7.20 m		7.00 m	
d	Panjang puncak	250 m		250 m		250 m		250 m		250 m		250 m	
e	Lebar Puncak	5.00 m		4.00 m		4.00 m		4.00 m		4.00 m		4.00 m	

Lanjutan Tabel 3.1 Data Teknis Bendungan Simo

No	Data Teknis	<i>Rehabilitation of Additional Six Dams In Central Java 1997</i>	Inspeksi Visual Bendungan Simo 2010	<i>Special Study Simo 2012</i>	<i>Risk Assesment By ICOLD 2014</i>	Inspeksi Besar Simo 2016	Studi Khusus Bendungan Simo 2018
f	Elevasi Puncak Slope Lereng	+83.10 mdpl	+83.10 mdpl	+83.10 mdpl	+81.64 mdpl	+83.10 mdpl	+83.10 mdpl
g	Hulu	1 : 2	-	-	1 : 2	-	-
h	Slope Lereng Hilir	1 : 2	-	-	1 : 1.5	-	-
3	Waduk						
a	Elevasi Muka Air Normal		+81.80 mdpl	+81.80 mdpl	+81.64 mdpl	+81.80 mdpl	+81.80 mdpl
b	Elevasi Muka Air Maks		+82.54 mdpl (kondisi 1/2 PMF)	+82.619 mdpl	+82.62 mdpl	+82.20 mdpl	+82.62 mdpl
c	Volume Waduk M.A.Normal	0.280 juta m ³	-	0.157 juta m ³	0.157 juta m ³	0.280 juta m ³	0.073 juta m ³
d	Volume Waduk M.A.Banjir		-	-	0.303 juta m ³	-	0.129 juta m ³
4	Pelimpah						
a	Tipe	Ambang bebas	pelimpah bebas	pelimpah bebas	pelimpah bebas	pelimpah bebas	pelimpah bebas
b	Lebar Mercuri	6.00 m	6.00 m	6.00 m	6.00 m	6.00 m	6.00 m
c	Elevasi Meru	-	+81.638 mdpl	+81.80 mdpl	+81.638 mdpl	+81.80 mdpl	+81.80 mdpl

Tabel 3. 2 Data Teknis Bendungan Simo

No	Data Teknis	<i>Rehabilitation of additional Six Dams In Central Java 1997</i>	Inspeksi Visual Bendungan Simo 2010	<i>Special Study Simo 2012</i>	<i>Risk Assesment By ICOLD 2014</i>	Inspeksi Besar Simo 2016	Studi Khusus Bendungan Simo 2018
d	Saluran Pengarah	Pasangan batu (panjang 22.20 m)					
e	Saluran Peluncur	pasangan batu (panjang 46.30 m)					
f	Kolam Olak	dinding pasangan batu dilapis beton bertulang dilengkapi gigi sill panjang 6 m					
g	Struktur Transisi	pasangan batu sepanjang 11 m	+81.638 mdpl	+81.80 mdpl	+81.638 mdpl	+81.80 mdpl	+81.80 mdpl
h	Saluran Gendong	di kiri kanan bangunan pelimpah lebar dasar 50 cm					
i	Kelar Ukuran	Bendungan kecil					
j	Kelas Bahaya	Potensi membahayakan desa di hilir bendungan					
4	Bangunan Pengambilan (Intake Tower)						
a	Jenis Bangunan Penyadap	Menara Penyadap beton bertulang (ukuran 2.70 x 3.80 m2 dan tinggi 8.40 m)					

Tabel 3. 3 Data Teknis Bendungan Simo

No	Data Teknis	<i>Rehabilitation of additional Six Dams In Central Java 1997</i>	Inspeksi Visual Bendungan Simo 2010	<i>Special Study Simo 2012</i>	<i>Risk Assesment By ICOLD 2014</i>	Inspeksi Besar Simo 2016	Studi Khusus Bendungan Simo 2018
b	Pintu	pintu baja dilengkapi					
	Pemeliharaan	batang pengangkat (ukuran 1.35 x 1.47 mm ²)					
	Pintu	pintu baja dilengkapi					
	Pengambilan	batang dan alat angkat (ukuran 1.35 x 1.36 mm ²)					
	Pipa aerator	pipa galvanis diameter 150 mm					
e	pelindung ruang operasi	beton bertulang (ukuran atap 4.70 x 5.80 mm ² dan tebal 12 cm)					
		atap duduk pada <u>3 unit</u> portal beton bertulang dan crane pada balok portal					
5	Bangunan Pelimpah (Intake tower)						
a	Tipe	Konduit Beton bertulang	Konduit beton bertulang	Konduit beton bertulang	Konduit beton bertulang	Konduit beton bertulang	Konduit beton bertulang
b	Bentuk	Lingkaran	Lingkaran	Lingkaran	Lingkaran	Lingkaran	Lingkaran
c	Diameter	ukuran 2x2 m ² panjang 40 m dan lining pipa baja					
		diameter dalam 1.2 mm	1.00 m	1.00 m	1.00 m	1.00 m	1.00 m

Tabel 3. 4 Data Teknis Bendungan Simo

No	Data Teknis	<i>Rehabilitation of Additional Six Dams In Central Java 1997</i>	Inspeksi Visual Bendungan Simo 2010	<i>Special Study Simo 2012</i>	<i>Risk Assesment By ICOLD 2014</i>	Inspeksi Besar Simo 2016	Studi Khusus Bendungan Simo 2018
6	Instrumentasi						
a	Piezometer	-	9 buah	9 buah	9 buah	9 buah	9 buah
b	V-Notch	-	2 buah	2 buah	2 buah	2 buah	2 buah
c	Patok Geser	-	6 buah	6 buah	6 buah	10 buah	4 buah
d	Papan tera ukur ketinggian	-	1 buah	1 buah	1 buah	1 buah	1 buah

Sumber: Hasil Pemeriksaan Studi Khusus Bendungan Simo, 2019

3.1.3. Kondisi Lokasi Studi

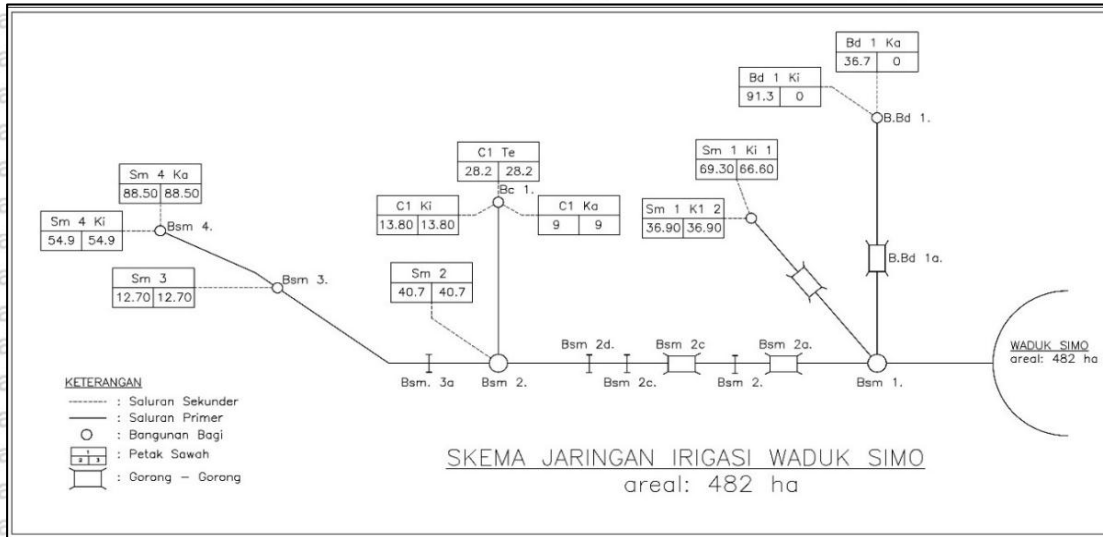
Bendungan yang memiliki panjang 250 meter, dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) sebesar 1.92 km² digunakan oleh warga untuk berbagai aktifitas. Berikut uraiannya: di daerah sempadan terdapat pemanfaatan yang seharusnya berupa lahan terbuka hijau untuk perlindungan waduk namun dimanfaatkan oleh warga sekitar untuk pertanian (lahan pasang surut) dengan komoditas jagung, padi dan tanaman lainnya, selain itu terdapat pemanfaatan lain untuk pemukiman rumah dan tempat usaha (kanan dan kiri bendungan). Bahkan terdapat bangunan pos pencatatan lama (rusak) yang dimanfaatkan untuk kepentingan rumah tangga yang terletak di sebelah kanan *spillway* (Gambar 3.3).



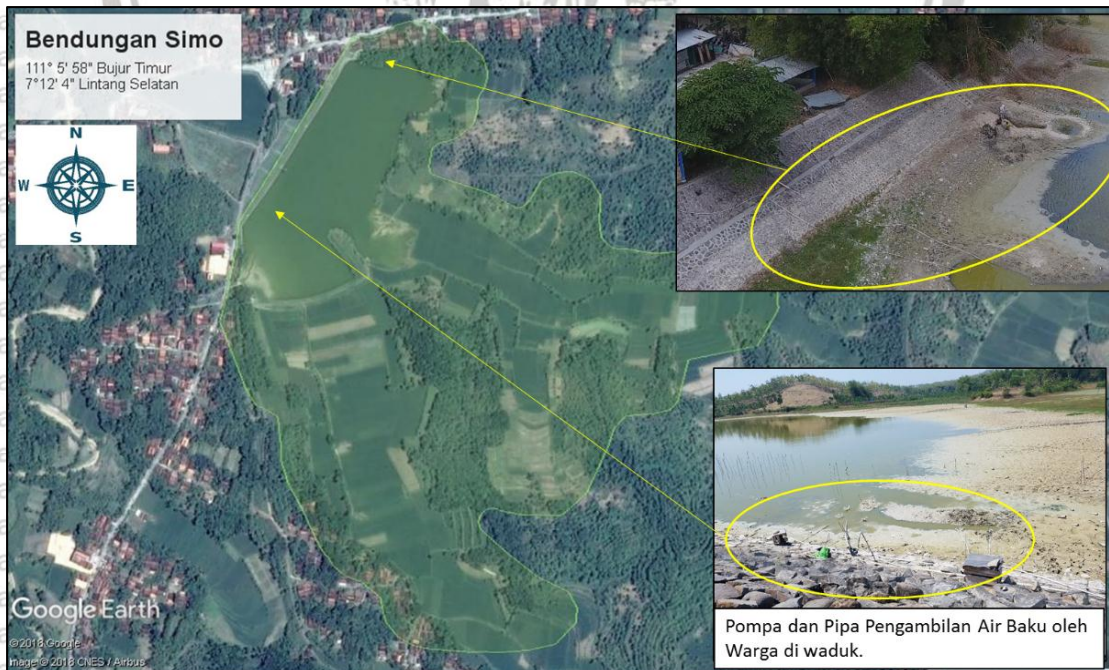
Gambar 3. 3 Kondisi Sekitar Waduk Simo

Sumber: Hasil Pemeriksaan Studi Khusus Bendungan Simo, 2019

Pada awal mula dibangun Bendungan Simo, tampungan waduk yang mampu menampung air sebanyak $\pm 0,420$ juta m^3 digunakan untuk dapat memenuhi kebutuhan air irigasi seluas 482 Ha yang meliputi 3 desa di kecamatan Kradenan Kabupaten Grobogan, yaitu: Desa Simo, Sidorejo dan Pakis (Gambar 3.4). Disamping itu terdapat pemanfaatan lain yaitu pengambilan untuk air baku secara langsung oleh warga (Gambar 3.5). Kebutuhan air baku ini akan dihitung berdasarkan jumlah penduduk yang membutuhkan dengan kebutuhan perkapita sesuai standart untuk pedesaan (± 60 liter/orang/hari).



Gambar 3. 4 Skema Jaringan Irigasi Waduk Simo
Sumber: Hasil Pemeriksaan Studi Khusus Bendungan Simo, 2019



Gambar 3. 5 Lokasi Pompa Warga di Waduk Simo
Sumber: Hasil Pemeriksaan Studi Khusus Bendungan Simo, 2019

3.1.4. Permasalahan Bendungan Simo

Bendungan Simo dibangun pada tahun 1904, sejalan dengan pertambahan umur bendungan, fungsi dan kondisi fisik bendungan semakin lama semakin menurun. Waduk Simo mengalami pendangkalan dan penyempitan akibat sedimentasi yang tinggi sehingga volume waduk semakin berkurang. Selain itu terjadi pula rembesan dan pada bagian hilir tubuh bendungan terjadi longsoran/*sliding* (Tabel 3.2). Sehingga mengkhawatirkan masyarakat dihilir bendungan yaitu Kecamatan Kradenan. Permasalahan yang terjadi pada Bendungan Simo jika tidak dilakukan penanganan segera bisa menjadi ancaman terhadap penduduk di hilirnya.

Tabel 3.5. Kejadian Longsor pada Bendungan Simo 10 tahun terakhir

No	Waktu	Kejadian
1	2008	Sliding/longsor (60 cm) pada tahun 2008 di tubuh bendungan bagian hilir tepatnya di tengah bendungan. Dan terjadinya Seepage di bawah bagian yang longsor sehingga di area itu sangat basah (<i>Wet Area</i>)
2	8 Februari 2016	Longsor pada lereng hilir (dekat puncak sisi hilir) bendungan muncul retakan dan longsor pada saat air spillway elevasi +23 cm
3	Maret 2017	Terjadi longsor susulan panjang 10 m dan kedalaman 30 cm di lereng hilir. (selatan tulisan Waduk Simo)

Sumber: Studi Khusus Bendungan Simo, 2019



Gambar 3. 6 Kondisi Longsor Lereng Bendungan Hilir

Sumber: Hasil Pemeriksaan Studi Khusus Bendungan Simo, 2019

Bendungan Simo mengalami sedimentasi yang berat, hal ini terlihat berdasarkan hasil survei pada tepi waduk sedimentasi hampir mengelilingi seluruh bagian waduk. Terutama elevasi sedimen didepan bangunan pelimpah sudah mencapai tinggi elevasi mercunya (Gambar 3.7). Bahkan alur Sungai Wareng yang masuk ke waduk tertutup oleh sedimen yang mengakibatkan pada musim hujan air tidak masuk ke waduk melainkan langsung menuju saluran spillway. Berdasarkan studi terdahulu dalam pekerjaan Pemeriksaan Sedimen Bendungan Simo/*Reconnaissance Inspection of Simo Dam* oleh SME Corporation Tahun 2008 diketahui volume sedimen sebesar $\pm 300.000 \text{ m}^3$ sedangkan dari pekerjaan *Special Study* Bendungan Simo oleh Virama Karya tahun 2012 yaitu sebesar $\pm 283.029 \text{ m}^3$.



Gambar 3. 7 Kondisi Sedimentasi di sekitar *Spillway* dan *Intake Tower*

Sumber: Hasil Pemeriksaan Studi Khusus Bendungan Simo, 2019

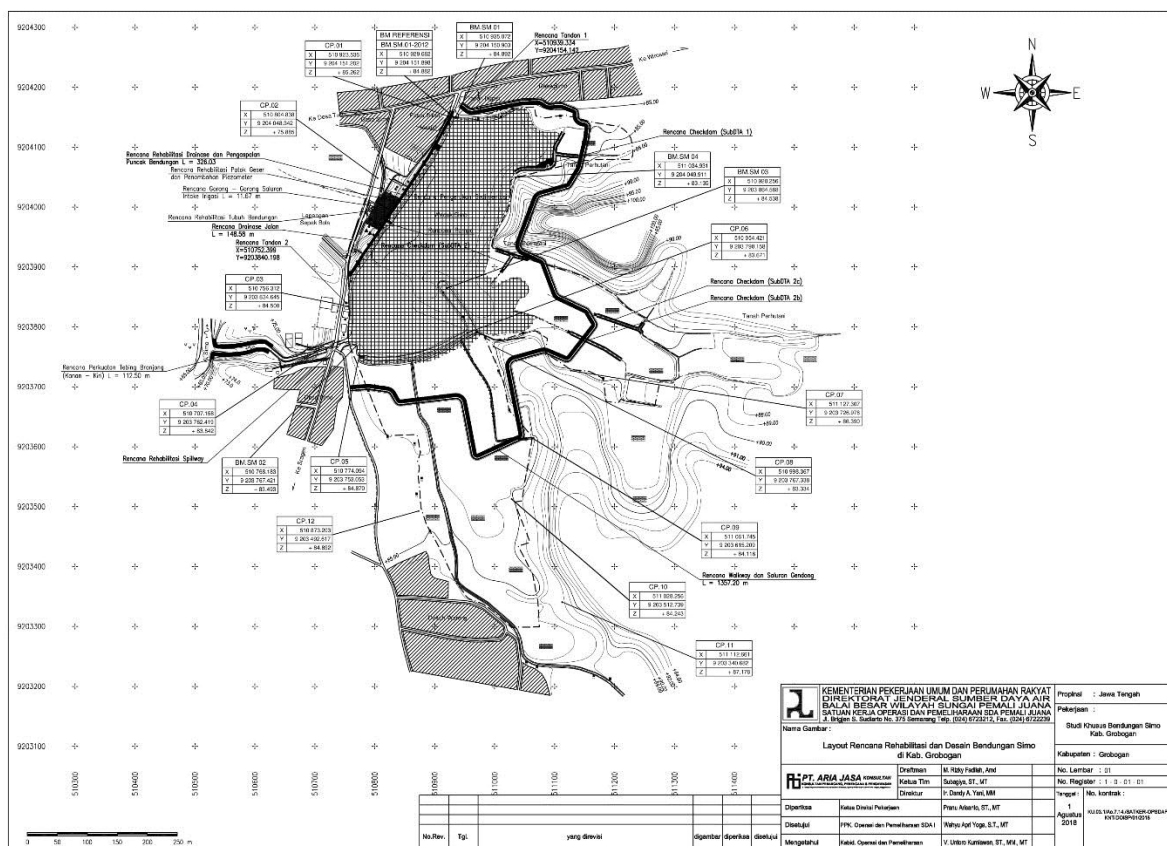
3.2. Uraian Desain Rehabilitasi

Karena kondisi bendungan Simo yang masuk klasifikasi *very high hazard* dengan beberapa kondisi (Sub bab 3.1.3 dan 3.1.4) yang mengakibatkan perlunya dilakukan rehabilitasi secara menyeluruh.

3.2.1. Tubuh Bendungan

Tubuh Bendungan Simo mengalami beberapa kelongsoran dibagian hilirnya (Gambar 3.6) sehingga memerlukan alternatif penanganan yang diusulkan untuk mencegah terjadinya keruntuhan Bendungan Simo adalah sebagai berikut (Gambar 3.9):

- Selain perbaikan pada tubuh bendungan dilakukan rehabilitasi secara menyeluruh pada beberapa bagian bendungan (Gambar 3.8) seperti: jaringan air baku, *spillway* dan bronjong, *checkdam*, serta tindakan pengerukan sedimen pada area tampungan waduk.



Gambar 3. 8 *Layout* Rencana Rehabilitasi dan Desain Bendungan Simo
Sumber: Dokumen Kontrak Rehabilitasi Bendungan Simo, 2020

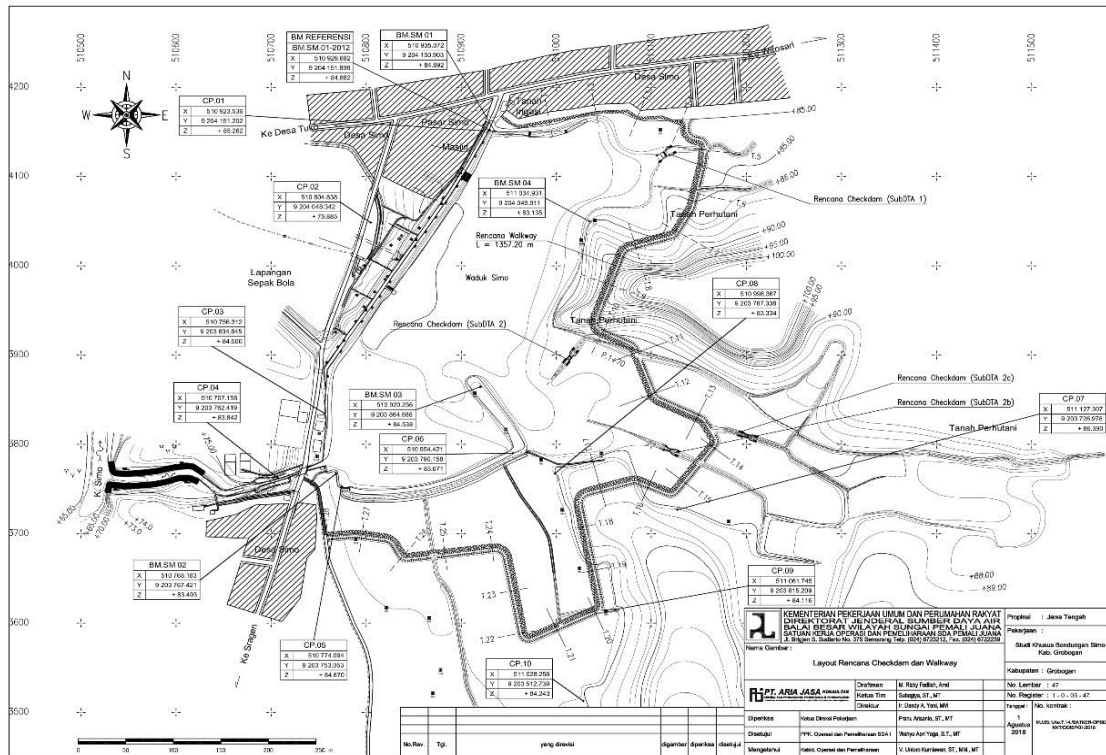


Pengerukan adalah pekerjaan perbaikan sungai atau bendungan terutama dalam masalah penggalian sedimen dibawah permukaan air dan dapat dilaksanakan baik dengan tenaga manusia maupun dengan alat berat.

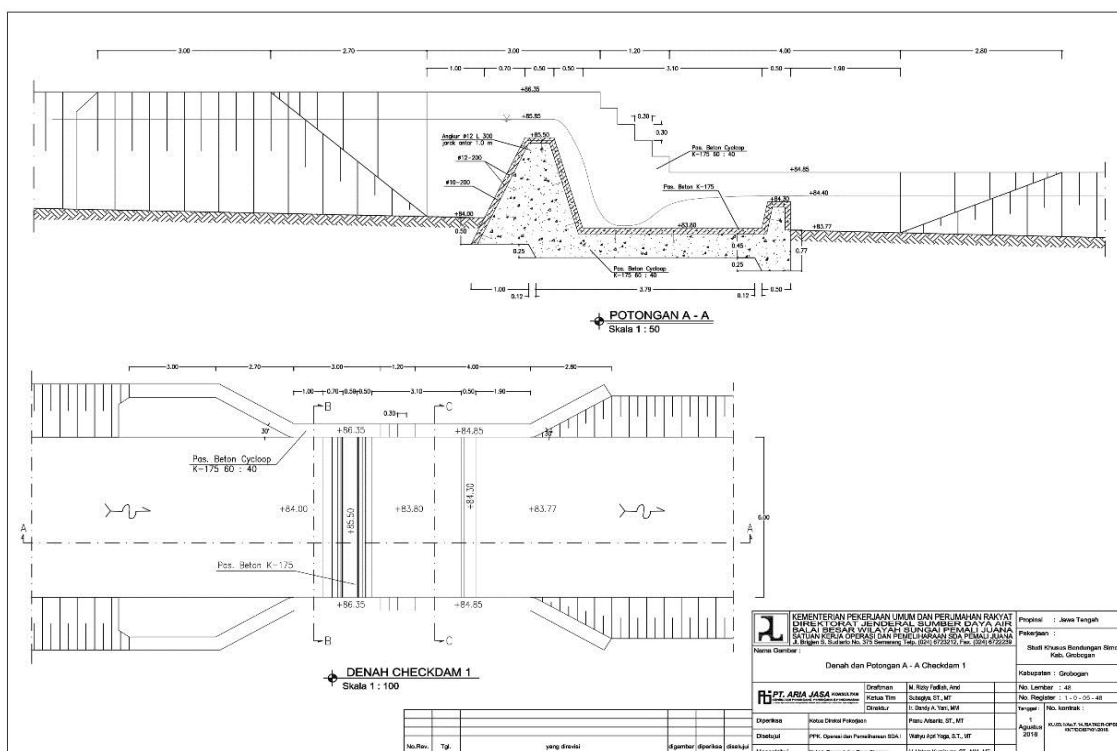
Berdasarkan pengukuran kedalaman waduk didapatkan volume tampungan Bendungan Simo saat ini sebesar 74.009,41 m³ mengalami penurunan kapasitas tampungan pada awal perencanaan dengan volume mencapai 420.000 m³ yang disebabkan menumpuknya sedimen pada dasar waduk. Pengendapan sedimen pada waduk dapat dihitung dengan selisih tampungan awal dengan kondisi saat ini yaitu $\pm 345.990 \text{ m}^3$ sehingga perlu dilakukan pengerukan sedimen (Gambar 3.10) pada daerah tampungan waduk. Batas pengerukan sedimen pada tampungan waduk menggunakan batas muka air banjir (MAB) pada elevasi +82,68, didapatkan total pengerukan dengan batas luas pengerukan seluas elevasi MAB sebesar 311.317,34 m³.



Jumlah bangunan penahan sedimen (*checkdam*) yang diusulkan adalah tiga bangunan lokasi bangunan penahan sedimen yang digunakan terdapat dua macam diantaranya pertemuan alur sungai (*checkdam* 1) dan bottle neck (*checkdam* 2.a dan 2.b). Lokasi rencana *checkdam* (Gambar 3.11) yang dirancang (Gambar 3.12) untuk mengurangi transportasi sedimen dari hulu menuju waduk termasuk dalam kategori *checkdam* kecil.



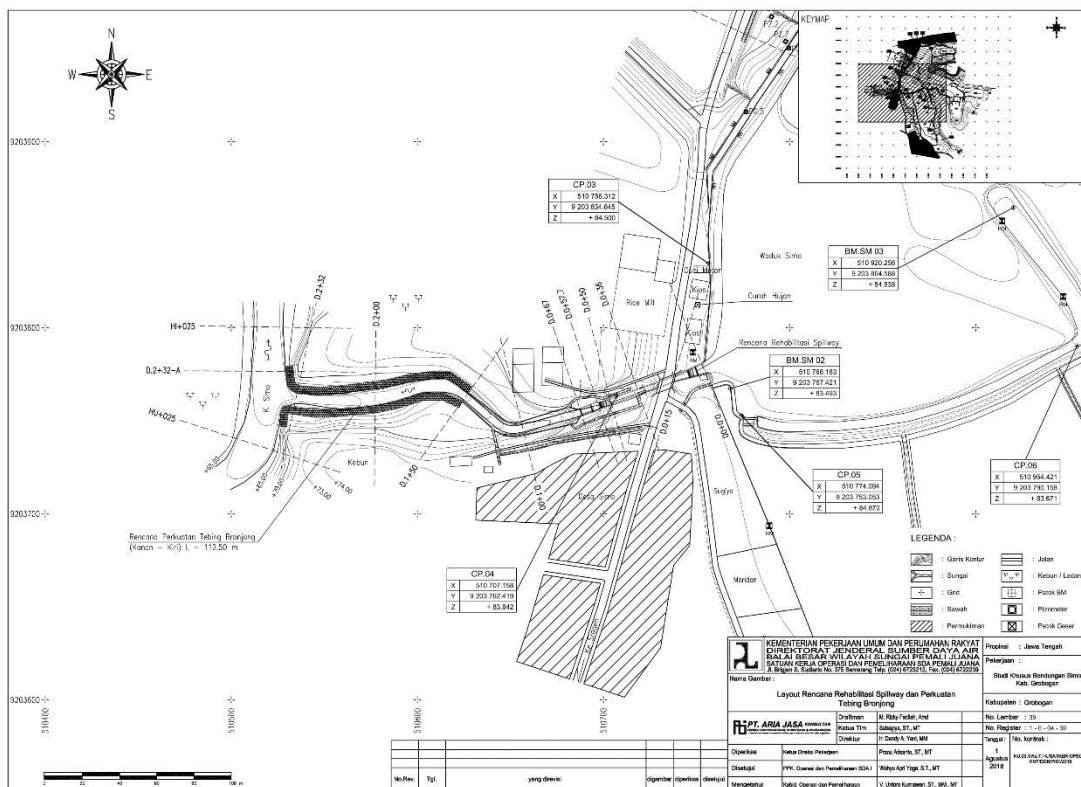
Gambar 3. 11 Layout Rencana Lokasi Checkdam
Sumber: Dokumen Kontrak Rehabilitasi Bendungan Simo, 2020



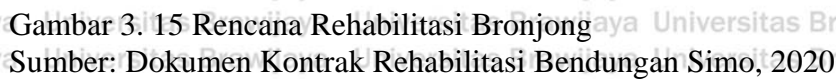
Gambar 3. 12 Denah dan Potongan Checkdam
Sumber: Dokumen Kontrak Rehabilitasi Bendungan Simo, 2020

3.2.4. Spillway dan Bronjong

Pada awal konstruksi *spillway* hanya berupa ambang dengan konstruksi menggunakan pasangan batu sehingga perlu dilakukan tindakan rehabilitasi (Gambar. 3.14) berupa penggantian menggunakan konstruksi beton. Pada bagian hilir bangunan pelimpah Bendungan Simo mengalami longsor yang menyebabkan penyumbatan pada saluran. Oleh sebab itu diperlukan upaya untuk memperbaiki bagian hilir / *escape channel* bangunan pelimpah menuju sungai utama dengan melakukan proteksi tebing struktur *gabion* (bronjong). Berikut lokasi (Gambar 3.15) perencanaan bronjong pada hilir bangunan pelimpah (*spillway*).



Gambar 3. 13 *Layout* Rencana Rehabilitasi *Spillway*
Sumber: Dokumen Kontrak Rehabilitasi Bendungan Simo, 2020



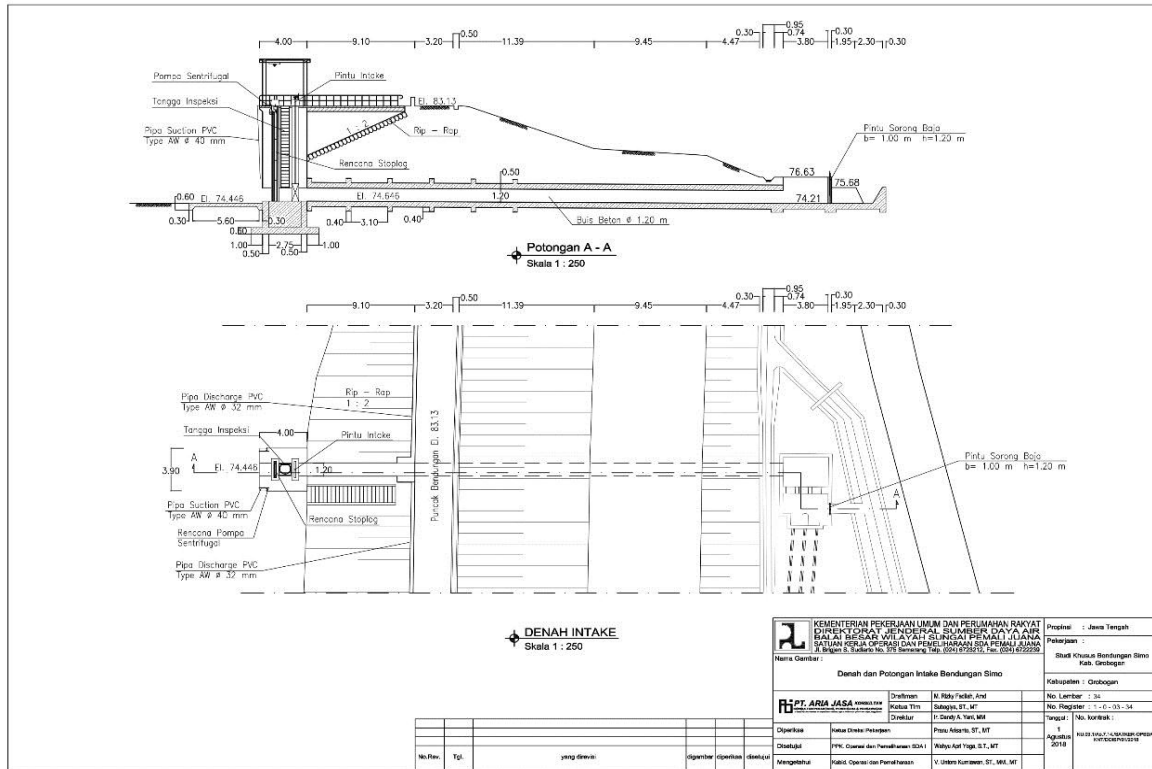
3.2.5. Penyediaan Air Baku



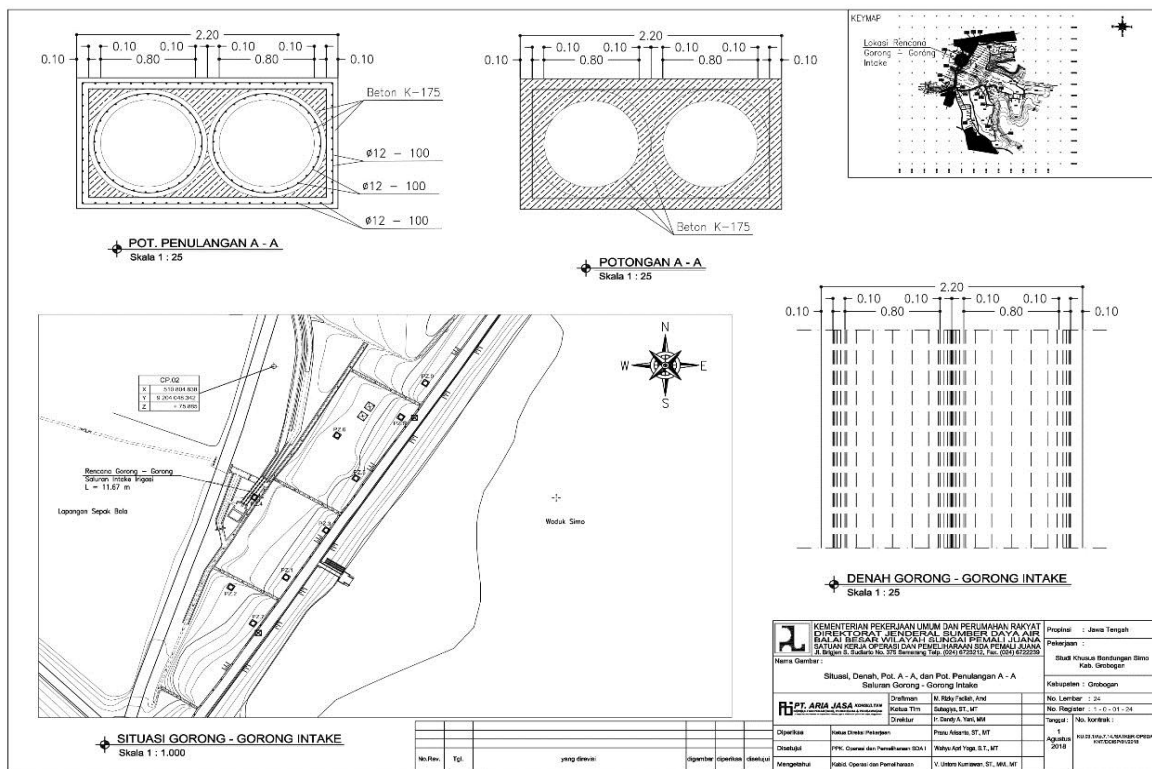
UNIVERSITAS
BRAWIJAYA



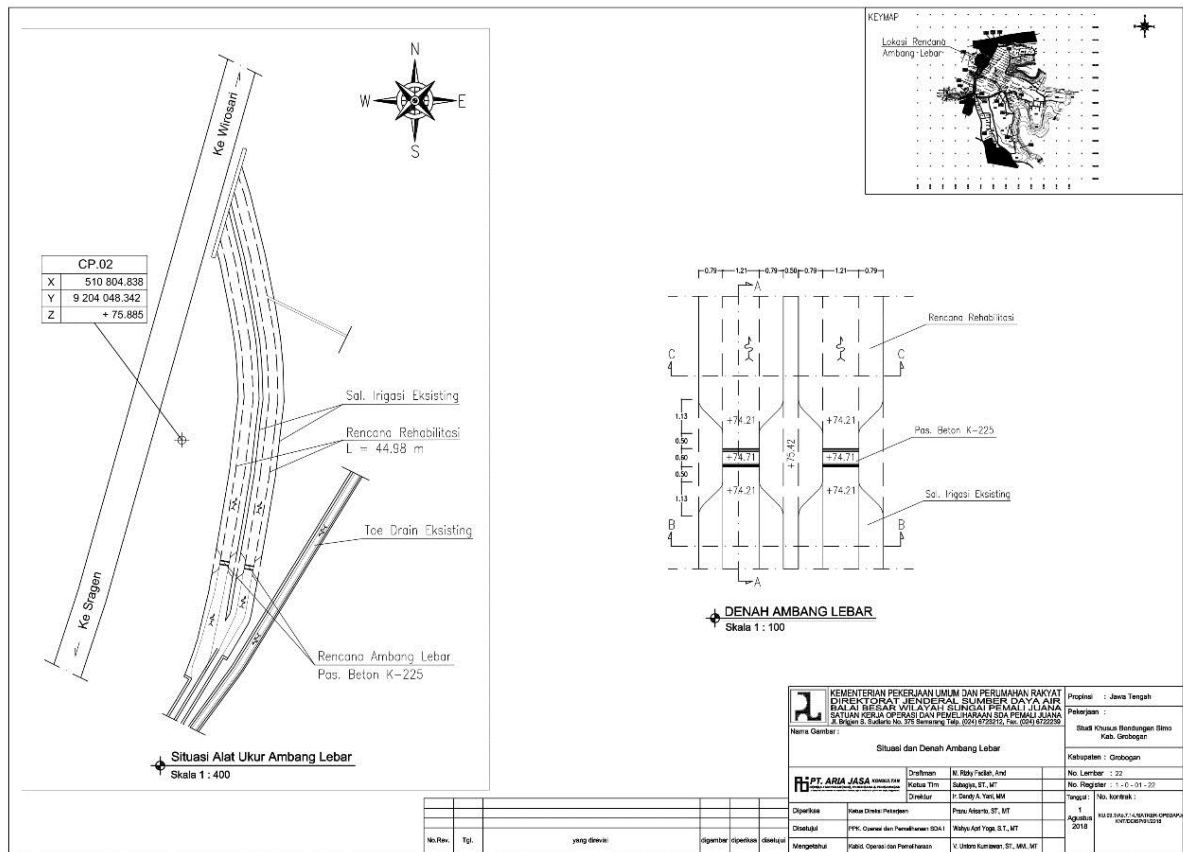
Gambar 3. 16 *Layout* Rencana Jarigan Air Baku *Intake* - Tandon
Sumber: Dokumen Kontrak Rehabilitasi Bendungan Simo, 2020.



Gambar 3. 17 Denah dan Potongan *Intake*
Sumber: Dokumen Kontrak Rehabilitasi Bendungan Simo, 2020



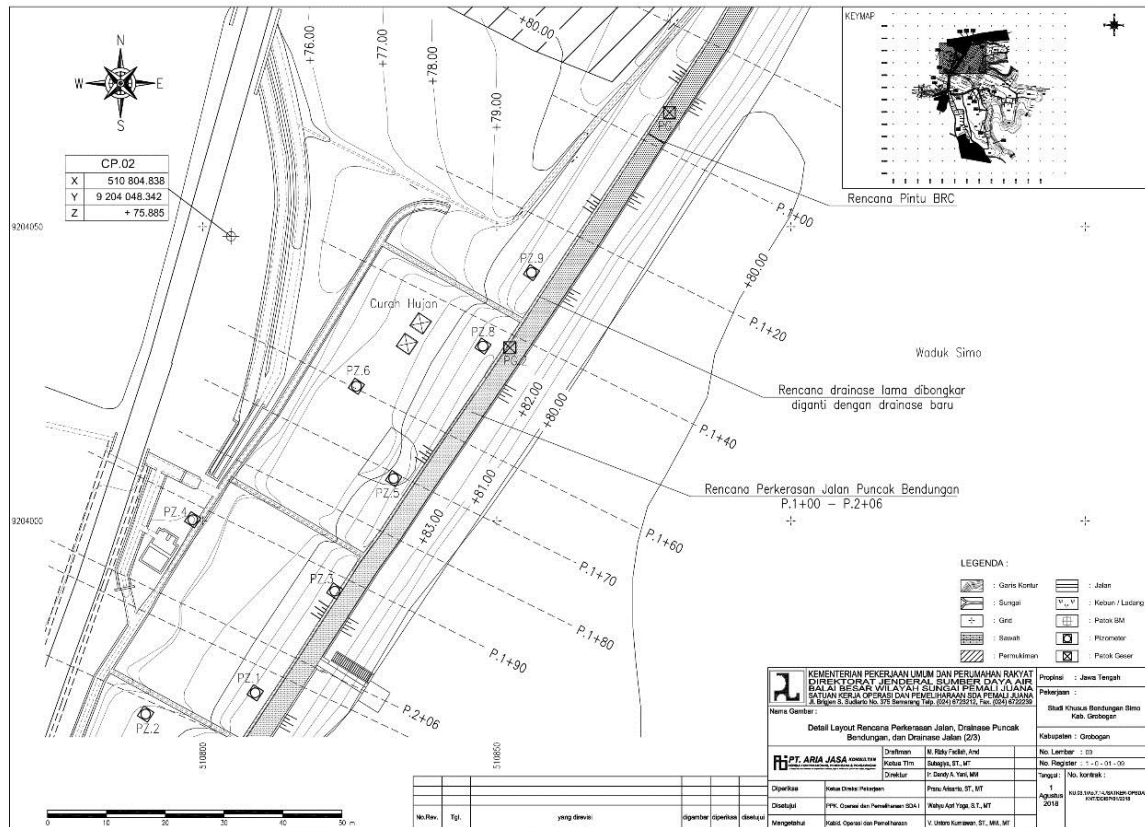
Gambar 3. 18 Denah Gorong-gorong *Intake*
Sumber: Dokumen Kontrak Rehabilitasi Bendungan Simo, 2020



Gambar 3. 19 Denah Ambang Lebar
Sumber: Dokumen Kontrak Rehabilitasi Bendungan Simo, 2020

3.2.6. Perbaikan Jalan dan Drainase

Rehabilitasi tubuh bendungan (Gambar 3.9) menyebabkan dibongkarnya jalan punca bendungan sehingga memerlukan rehabilitasi (Gambar 3.20) jalan akses, jalan puncak bendungan, dan drainase.



Gambar 3.20 Layout Rencana Rehabilitasi Jalan
Sumber: Dokumen Kontrak Rehabilitasi Bendungan Simo, 2020

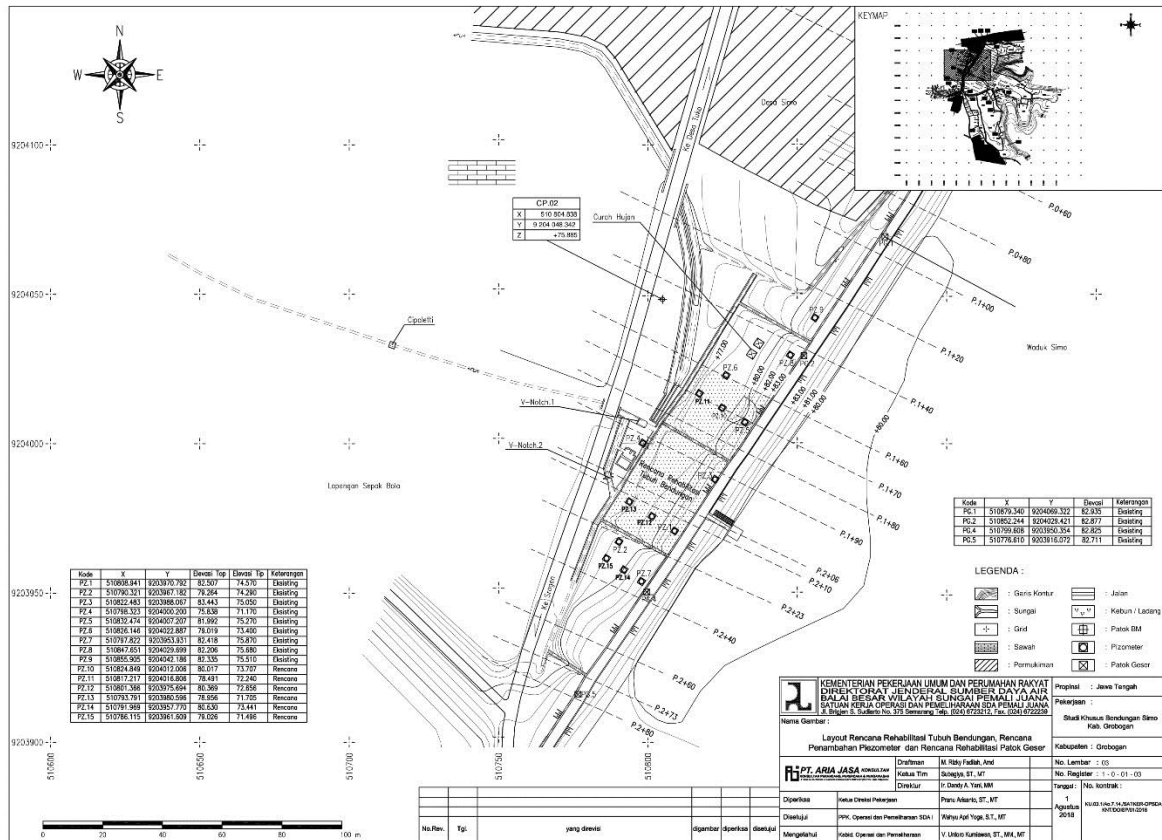
3.2.7. Instrumentasi Keamanan Bendungan

Dalam menunjang operasional dan pemeliharaan bendungan perlu adanya beberapa instrument yang digunakan untuk mengamati kondisi bendungan secara berkala, sehingga perlu pengadaan instrumentasi keamanan bendungan yang diletakan pada beberapa titik tertentu di tubuh bendungan (Gambar 3.21). Intrumentasi ini sendiri memiliki spesifikasi teknis yang harus dipenuhi karena fungsinya sebagai kalibrasi dan pengamatan kondisi bendungan pada pasca konstruksi yaitu pada saat kegiatan operasi dan pemeliharaan

Desain Pisometer dengan rencana pembuatan sebanyak 6 buah pada lereng hilir bendungan pada Bendungan Simo berupa jenis Pisometer Pipa Tegak Terbuka. Jenis ini adalah yang paling sederhana dan telah dipergunakan secara luas pada lapisan tanah yang *pervious* atau *semi-pervious*. Selanjutnya alat pengukur pergerakan permukaan atau *Surface Movement Devices (SMD)* yang akan dibuat sebanyak 4 buah pada puncak Bendungan Simo digunakan untuk memantau gerakan horisontal dan vertikal dari bendungan, fondasi, dan bangunan-bangunan pelengkap lainnya. Instrument ini berupa unit/ alat yang sederhana.

Umumnya, terdiri dari beton yang dicor kedalam lubang-lubang bor. Sedangkan baja tulang atau angker diikatkan dalam "Survey Monument" beton. Pemasangan V-Notch baru

pada Bendungan Simo menggunakan Persamaan V-Notch sesuai Standar: Persamaan V-Notch telah distandarkan oleh International Organization for Standardization/ISO (1980), American Society for Testing and Material/ASTM (1993), dan United States Bureau Of Reclamation/USBR (1997) semuanya memberikan hasil menggunakan rumus Kindsvater-Shen.



Gambar 3. 21 Layout Rencana Pemasangan Instrumentasi Keamanan Bendungan
Sumber: Dokumen Kontrak Rehabilitasi Bendungan Simo, 2020

3.3. Lingkup Pekerjaan

Lingkup pekerjaan (Sub Bab 3.2) yang akan dikaji dalam penelitian ini terkait Rehabilitasi Bendungan Simo adalah sebagai berikut:

1. Pekerjaan Persiapan :
 - a. Mobilisasi dan demobilisasi alat
 - b. Uitzet/pengukuran
 - c. Papan nama proyek
 - d. Direksi keet
 - e. Perlengkapan K3
2. Pekerjaan Pembongkaran Tubuh Bendungan :

- a. Bongkaran drainase puncak bendungan
- b. Bongkaran tanah lereng hilir tubuh bendungan
- c. Bongkaran rip-rap / batu kosong
3. Pekerjaan Tubuh Bendungan :
 - a. Timbunan tanah
 - b. Galian tanah
 - c. Pasangan batu kosong (rip – rap)
 - d. Pengaspalan puncak tubuh bendungan
 - e. Pemasangan saluran drainase puncak
 - f. Pemasangan filter kerikil
4. Lapisan pasir kerikil
 - g. Pemasangan lapis *geosynthetic clay liner* pada lereng hulu
5. Pekerjaan Pengerukan Sedimen pada Bendungan :
 - a. Pengerukan sedimen bendungan
 - b. Pembuangan tanah hasil pengerukan bendungan
6. Pekerjaan Bangunan Air :
 - a. Ambang lebar saluran irigasi
 - b. Bangunan air baku (tandon)
 - c. *Spillway*
 - d. Bronjong pada hilir *spillway*
 - e. Bangunan pengendali sedimen (*checkdam*)
7. Pekerjaan Saluran Drainase (*downstream*)
8. Pekerjaan Walkway tanggul dan saluran gendong (*greenbelt*)
9. Pekerjaan Instrumentasi Keamanan Bendungan
 - a. Pemasangan Patok Geser,
 - b. Pemasangan *V-Notch*,
 - c. Pemasangan *Piezometer*.

3.4. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data informasi pada proyek konstruksi lokasi studi sangat bermanfaat untuk evaluasi dan perencanaan penjadwalan. Data yang diperlukan berupa data sekunder yaitu data yang bersumber dari instansi terkait yang menangani proyek tersebut. Untuk data gambar teknis perencanaan, *bill of quantity*, dan biaya rencana pekerjaan rehabilitasi bersumber dari PT. Aria Jasa Konsultan selaku konsultan perencanaan sedangkan untuk data

estimasi durasi pekerjaan proyek dan biaya pekerjaan bersumber dari PT. Sumber Karsa Indah Utama selaku kontraktor pelaksana pekerjaan. Data-data umum pekerjaan yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Data teknik bendungan Simo:

- a. Tinggi Bendungan : 7,00 m
- b. Panjang Puncak : 250 m
- c. Lebar Puncak : 4 m
- d. Elevasi Puncak : +83,10 mdpl
- e. Kemiringan Hulu : 1 : 2
- f. Kemiringan Hilir : 1 : 2
- g. Lebar Mercu Pelimpah : 6 m
- h. Panjang Saluran Pengarah : 22,20 m
- i. Panjang Saluran Peluncur : 46,30 m
- j. Panjang Kolam Olak : 6 m

2. Rencana anggaran biaya pekerjaan:

- a. Persiapan Rp. 34.500.000,00
- b. Pembongkaran Bendungan Rp. 489.905.245,00
- c. Pekerjaan Tubuh Bendungan Rp. 2.870.085.548,35
- d. Pengerukan Sedimen Rp. 15.449.786.356,36
- e. Pekerjaan Bangunan Air Rp. 2.084.129.872,60
- f. Pekerjaan Saluran Drainasi (*Downstream*) Rp. 110.455.680,00
- g. *Walkway* Rp. 145.808.832,18
- h. Instrumentasi Kemanan Bendungan Rp. 621.527.576,00

3.5. Metode Pengerjaan Skripsi

Metode yang digunakan dalam kajian skripsi ini bersifat deskriptif yang merupakan analisa kasus yang bertujuan untuk mengevaluasi kondisi pada masa sekarang berdasarkan data yang dikumpulkan sesuai dengan tujuannya berdasarkan analisa secara teoritis dan empiris yang kemudian ditarik kesimpulan dari hasil analisa yang telah dilakukan. Analisis data dilakukan setelah semua data yang dibutuhkan terkumpulkan, kemudian dilakukan tahapan perhitungan (Gambar 3.8). Uraian tahapan analisa sebagai berikut :

1. Data Volume Pekerjaan

Perhitungan volume pekerjaan berdasarkan gambar detail desain perencanaan bangunan dan *bill of quantity* (BOQ) Proyek Rehabilitasi Bendungan Simo yang telah

dibuat oleh PT. Aria Jasa Konsultan menggunakan program *Autocad*, setelah itu dilakukan perhitungan volume menggunakan program *Microsoft Excel*.

2. Metode pelaksanaan dari setiap pekerjaan

Metode pekerjaan ini berisi data terkait sumber daya material dan peralatan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pekerjaan rehabilitasi Bendungan Simo. Data ini diperoleh dari dokumen Rencana Mutu Pekerjaan Konstruksi (RMPK) yang didapat dari kontraktor pelaksana yaitu PT. Sumber Karsa Indah Utama. Dari data inilah nantinya dapat digunakan sebagai acuan untuk menghitung kebutuhan sumber daya dari tiap pekerjaan.

3. Menghitung produktivitas alat berat

Perhitungan produktivitas alat digunakan untuk mendapatkan besarnya kapasitas produktivitas alat yang digunakan dalam pelaksanaan proyek. Dari besarnya produktivitas alat berat yang didapatkan, akan diketahui jumlah kebutuhan alat berat yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan tertentu. Tidak semua dilakukan perhitungan melainkan untuk alat-alat yang memegang peranan penting dalam proses pelaksanaan proyek. Sedangkan untuk alat yang tidak diketahui besar produktivitasnya akan ditentukan dengan koefisien alat pada Permen PUPR Nomor 28/PRT/M/2016 Tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.

4. Produktivitas pekerja, dan kebutuhan material

Perhitungan kebutuhan sumber daya digunakan untuk mengetahui besarnya kebutuhan sumber daya dalam melakukan suatu kegiatan setiap harinya sesuai dengan spesifikasi teknis yang telah disebutkan dalam dokumen kontrak. Dalam melakukan perhitungan analisis kebutuhan sumber daya dibutuhkan beberapa data, antara lain: Data jenis dan volume pekerjaan, Data analisis harga satuan pekerjaan, dan Data durasi pekerjaan

5. Menganalisis Harga Satuan Pekerjaan

Untuk mendapatkan jumlah dari analisis harga satuan adalah dengan perkalian antara koefisien pekerjaan dengan harga satuan dari pekerjaan itu sendiri, koefisien pekerjaan yang dimaksud adalah koefisien yang didapatkan dari perhitungan alat berat, Permen PUPR Nomor 28/PRT/M/2016 Tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum dan harga satuan pekerjaan di dapatkan dari HSP Kab. Grobogan Jawa Tengah tahun 2019.

6. Menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) Keseluruhan

Rencana anggaran biaya adalah rencana pengeluaran biaya proyek yang di dalamnya terdiri dari perincian pekerjaan yang akan dilakukan. Rencana anggaran biaya dapat diketahui dengan cara mengalikan volume setiap pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan yang sesuai, sehingga total biaya setiap pekerjaan dapat diketahui. Dalam studi ini rencana anggaran biaya yang akan diperhitungkan hanya sampai pada pekerjaan sipil Rehabilitasi Bendungan Simo.

7. Mengestimasi durasi pekerjaan

Lama waktu penyelesaian suatu pekerjaan (durasi) dapat direncanakan dengan memperhatikan besarnya volume pekerjaan, produktivitas alat, dan jumlah ketersediaan alat yang dapat dipenuhi. Pada studi ini untuk menentukan durasi pekerjaan diambil dari data kontrak (*engineering estimate*) penawaran pekerjaan dari kontraktor pelaksana rehabilitasi bendungan simo PT. Sumber Karsa Indah Utama

8. Menganalisis logika ketergantungan pekerjaan

Logika ketergantungan pekerjaan/hubungan ketergantungan dalam pelaksanaan *Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo* tidak semua sama. Ada beberapa pekerjaan yang dimulai dan diakhiri secara bersamaan. Selain itu ada juga pekerjaan yang dimulai setelah/sebelum beberapa hari pekerjaan yang mendahuluinya selesai. Sehingga hubungan ketergantungan pekerjaan pada studi ini adalah hubungan *predecessor* (hubungan antar aktivitas sebelum) dan *successor* (hubungan antar aktivitas sesudah).

Dari penyusunan hubungan antar pekerjaan dan durasi pekerjaan ini selanjutnya akan dijadikan analisa dalam penyusunan jaringan pekerjaan pada aplikasi *Microsoft Project Manager 2016*.

9. Melakukan penjadwalan dengan menggunakan *Microsoft Project Manager 2016*.

Dari data harga material dan peralatan, durasi dan logika ketergantungan pekerjaan, serta perhitungan kebutuhan sumber daya maka tahap selanjutnya ialah melakukan analisa dengan cara penyusunan penjadwalan dengan bantuan aplikasi komputer dalam hal ini *Microsoft Project Manager 2016* (Gambar 3.9). Pada tahap ini akan dilakukan penjadwalan kondisi normal, penambahan jam kerja harian, dan penambahan alat berat. Tentunya dengan penjadwalan yang berbeda ini akan menghasilkan biaya dan durasi pekerjaan yang berbeda

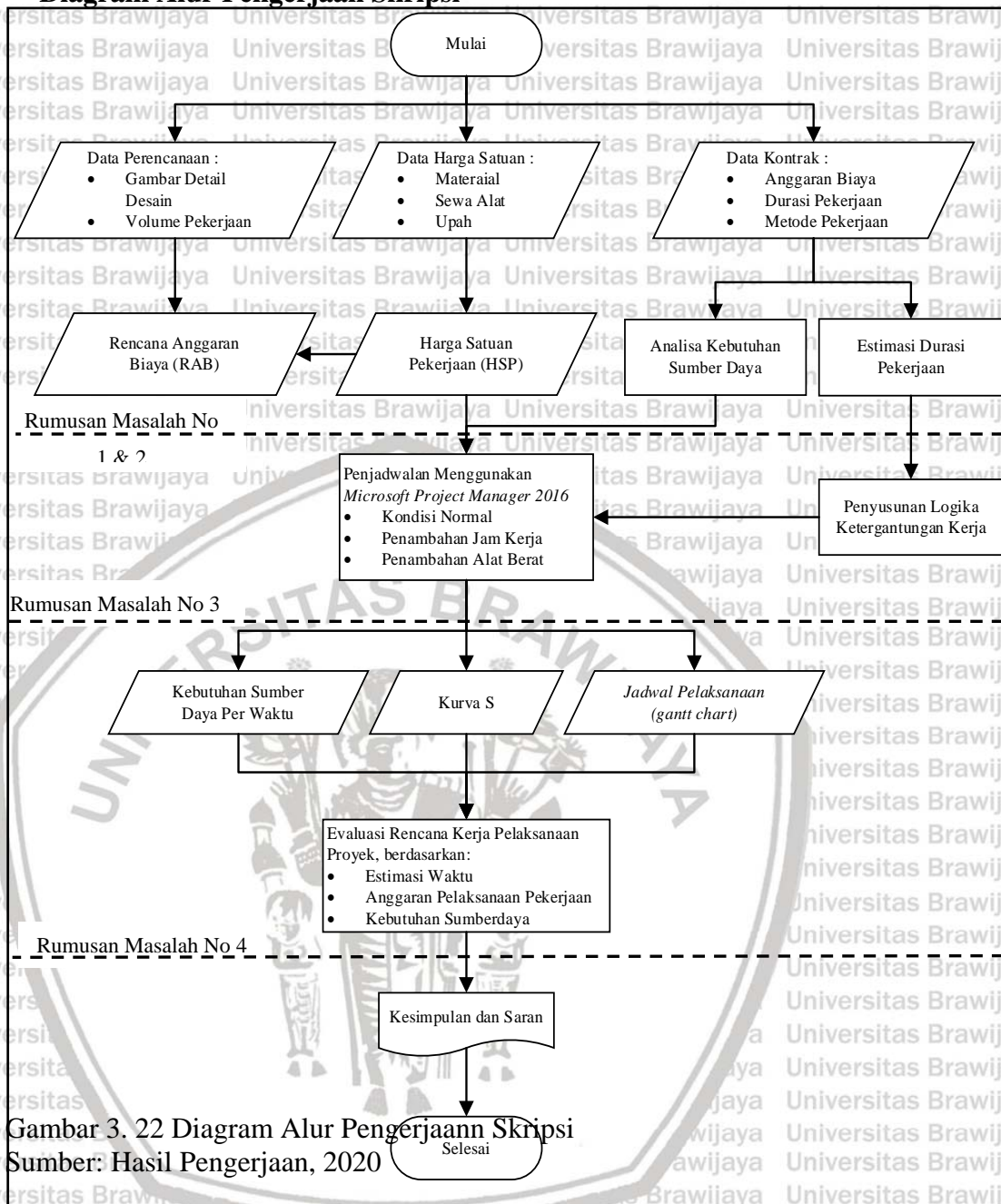
10. Mendapatkan kebutuhan sumber daya per waktu, kurva S, dan jadwal pelaksanaan dari *Microsoft Project Manager 2016*.

Dari hasil penyusunan penjadwalan dengan bantuan aplikasi komputer *Microsoft Project Manager 2016* akan didapatkan kebutuhan sumber daya perwaktu dan arus kas kebutuhan keuangan yang dikeluarkan perwaktu. Dari dua hal ini didapatkan kurva S dan *ganttt chart* pekerjaan rehabilitasi bendungan Simo sehingga secara visual dapat dibandingkan dari beberapa bentuk penjadwalan yang direncanakan.

11. Dilakukan pembahasan dari hasil Analisis terhadap perubahan waktu dan biaya. Berdasarkan rencana kerja awal proyek hingga percepatan jadwal proyek dengan alternatif penambahan jam kerja dan penambahan alat berat, terdapat perubahan rencana anggaran biaya hal ini perlu dibandingkan dari segi durasi dan pembiayaan proyek. Serta melakukan perbandingan secara visual dari kurva S maupun *ganttt chart* penjadwalan.
12. Membuat kesimpulan dari dua alternatif yang dilakukan dari segi waktu, biaya, dan sumber daya sehingga dapat menentukan alternatif mana yang lebih optimal untuk diterapkan.
13. Selesai.

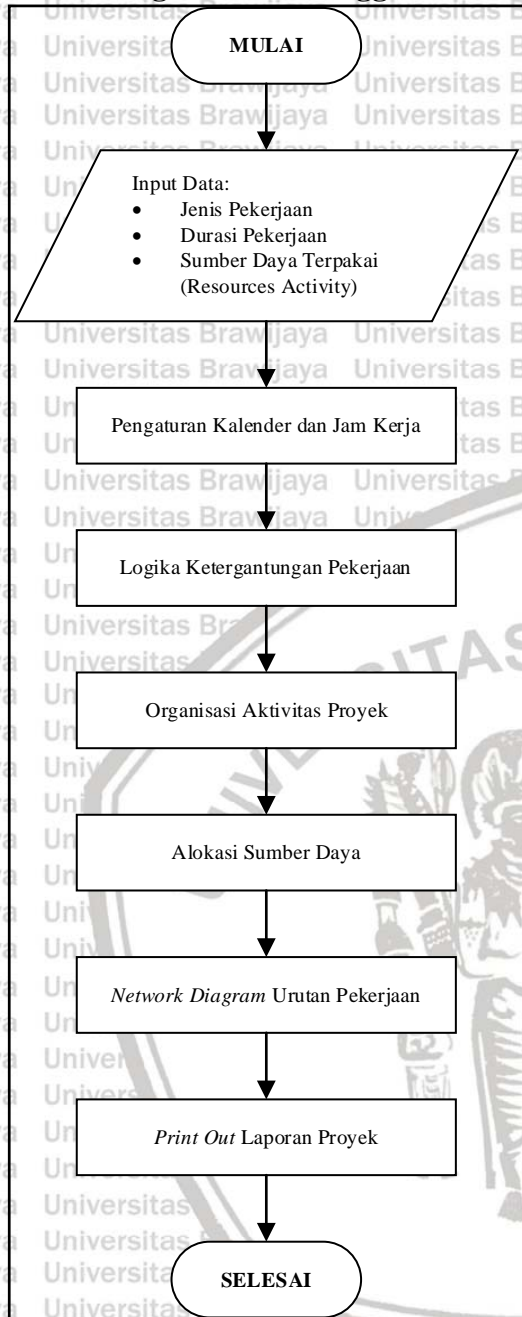


3.6. Diagram Alur Pengerjaan Skripsi



Gambar 3. 22 Diagram Alur Pengerjaann Skripsi
Sumber: Hasil Pengerjaan, 2020

3.7. Diagram Alur Penggunaan Program *Microsoft Project Manager 2016*



Gambar 3. 23 Diagram Alur Pengerjaan *Microsoft Project 2016*

Sumber: Hasil Pengerjaan, 2020

BAB IV

ANALISA

4.1. Rencana Kerja Pelaksanaan Proyek

Fungsi pertama dari perencanaan dan logika jaringan pekerjaan adalah menentukan waktu optimal yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek. Proyek yang ditinjau dalam studi ini adalah Proyek Rehabilitasi Bendungan Simo pada pekerjaan sipil. Proyek Rehabilitasi yang masuk pada Program *Dam Operation Improvement and Safety Project* (DOISP) tahap II Satuan Kerja Opearsional dan Pemeliharaan Sumber Daya Air I (OP SDA I) Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana dilaksanakan oleh kontraktor PT. Sumber Karsa Indah Utama sebagai pemenang ini memiliki nilai kontrak sebesar Rp. 18.000.000,00 dengan waktu pelaksanaan pekerjaan 8 Bulan.

Macam pekerjaan dan jenis alat yang digunakan dalam pekerjaan ditentukan oleh konsultan perencana pada tahap perancangan. Macam pekerjaan diuraikan dengan berpedoman dari spesifikasi gambar rencana, dalam spesifikasi dijelaskan tentang metode pelaksanaan pekerjaan dan mutu material yang digunakan, serta syarat-syarat yang harus dipenuhi.

Pada bab ini akan dibahas mengenai analisis percepatan waktu proyek dengan menggunakan dua alternatif yaitu dengan menambah jam kerja harian dan menambah jumlah alat berat pada pekerjaan di lintasan kritis proyek. Sehingga pengaturan metode pelaksanaan dapat dilakukan dengan seefisien mungkin untuk mendapatkan hasil kuantitas pekerjaan yang lebih besar dan cepat dengan menggunakan bantuan program *Microsoft Project Manager 2016* yang menghasilkan jaringan kerja (*Network Planning*).

4.1.1. Perhitungan Volume Pekerjaan

Volume suatu pekerjaan adalah perhitungan jumlah dari kebutuhan volume pekerjaan dalam satu satuan. Volume atau yang sering disebut kubikasi yang dimaksud dalam pengertian ini merupakan jumlah volume bagian pekerjaan yang dinyatakan dalam satu kesatuan.

.Perhitungan volume pekerjaan berdasarkan gambar detail desain perencanaan bangunan dan *bill of quantity* (BOQ) Proyek Rehabilitasi Bendungan Simo yang telah dibuat oleh PT. Aria Jasa Konsultan menggunakan program *Autocad*, setelah itu dilakukan perhitungan volume menggunakan program *Microsoft Excel* sehingga didapatkan data rekapitulasi volume pekerjaan (Tabel 4.1).

Tabel 4. 1
Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo

No.	Jenis Pekerjaan	Kode	Satuan	Volume
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	1		
1	Mobilisasi alat	1.1	ls	1,00
2	Demobilisasi alat	1.2	ls	1,00
3	Uitzet/pengukuran	1.3	ls	1,00
4	Papan nama proyek	1.4	bh	1,00
5	Direksi Keet	1.5	ls	1,00
6	Perlengkapan K3	1.6	ls	1,00
II	PEKERJAAN PEMBONGKARAN BENDUNGAN	2		
1	Bongkaran Pas. Batu Puncak Bendungan	2.1	m ³	253,54
III	PEKERJAAN TUBUH BENDUNGAN	3		
1	Galian Tanah (Alat Berat)	3.1	m ³	2172,00
2	Timbunan Tanah Mendatangkan (Alat Berat)	3.2	m ³	3321,10
3	Perapihan batu kosong (rip rap)	3.3	m ³	1080,00
4	Pengaspalan puncak tubuh bendungan	3.4		
	Aspal AC-WC tebal 3 cm	3.4.1	m ³	24,75
	Aspal AC-BC tebal 5 cm	3.4.2	m ³	41,25
	Lapis perekat (tack coat)	3.4.3	lt	660,00
	Lapis resap (prime coat)	3.4.4	lt	660,00
	Sirtu (sub grade) 20 cm	3.4.5	m ³	165,04
5	Drainase Puncak Bendungan	3.5		
	Pemasangan <i>U-Ditch</i> (50x50x120) K-350	3.5.1	m	314,00
6	Pemasangan Filter	3.6		
	Lapisan Filter Pasir	3.6.1	m ³	1100,00
	Pemasangan Geosintetic Clay Liner	3.6.2	m ²	1800,00

Sumber: Hasil Perhitungan oleh PT. Aria Jasa Konsultan

Lanjutan Tabel 4.1

Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo

No.	Jenis Pekerjaan	Kode	Satuan	Volume
IV	PEKERJAAN Pengerukan Sedimen	4		
1	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	4.1	m ³	95789,48
2	Buangan Tanah Jarak 1-2 Km	4.2	m ³	47894,74
3	Buangan Tanah Jarak 2-5 Km	4.3	m ³	47894,74
V	PEKERJAAN BANGUNAN AIR	5		
1	Groundsill Subdta 1	5.1		
	Beton Cyclop K-175	5.1.1	m ³	114,58
	Pasangan Beton K-175	5.1.2	m ³	5,63
	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	5.1.3	m ³	81,08
	Timbunan Tanah Kembali	5.1.4	m ³	36,89
	Plesteran 1:3	5.1.5	m ²	20,88
2	Groundsill Subdta 2.a	5.2		
	Beton Cyclop K-175	5.2.1	m ³	58,59
	Pasangan Beton K-175	5.2.2	m ³	1,87
	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	5.2.3	m ³	43,22
	Timbunan Tanah Kembali	5.2.4	m ³	14,89
	Plesteran 1:3	5.2.5	m ²	17,52
3	Groundsill Subdta 2.b	5.3		
	Beton Cyclop K-175	5.3.1	m ³	61,68
	Pasangan Beton K-175	5.3.2	m ³	2,01
	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	5.3.3	m ³	44,40
	Timbunan Tanah Kembali	5.3.4	m ³	6,90
	Plesteran 1:3	5.3.5	m ²	18,00
4	AMBANG LEBAR SALURAN IRIGASI	5.4		
	Pasangan Beton K-175	5.4.1	m ³	1,13
	Peillscale	5.4.2	ls	3,00
5	BANGUNAN AIR BAKU (TANDON)	5.5		
	Pipa PVC DN 32 (1") AW JIS	5.5.1	m	407,00
	Pipa PVC DN 40 (1½")	5.5.2	m	18,00
	Pasangan Batu Kali 1 : 4	5.5.3	m ³	7,20
	Pasangan Beton K-125	5.5.4	m ³	2,76
	Pasangan Beton K-175	5.5.5	m ³	10,56
	Penyediaan dan Pemasangan Pompa Sentrifugal	5.5.6	bh	2,00
6	BRONJONG	5.6		
	Pemasangan Bronjong Pabrikasi	5.6.1	m ³	1765,79
	Galian Tanah (Alat Berat)	5.6.2	m ³	2255,31
	Geo Textile Non Woven	5.6.3	m ²	2479,62

Sumber: Hasil Perhitungan oleh PT. Aria Jasa Konsultan

Lanjutan Tabel 4.1

Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo

No.	Jenis Pekerjaan	Kode	Satuan	Volume
7	SPILLWAY	5.7		
	Beton K-225	5.7.1	m ³	22,11
	Beton Cyclop K-175	5.7.2	m ³	585,69
	Galian Tanah (Alat Berat)	5.7.3	m ³	587,48
	Timbunan Tanah Kembali	5.7.4	m ³	29,83
VI	PEKERJAAN SALURAN DRAINASI (JALAN)	6		
1	Pemasangan <i>U-Ditch</i> (80x60x120) K-350	6.1	m	116,00
VII	PEKERJAAN WALKWAY	7		
1	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	7.1	m ³	703,56
2	Paving dan Kanstin	7.2	m ²	4071,60
VIII	PEKERJAAN INSTRUMENTASI KEAMANAN BENDUNGAN	8		
1	Penyediaan dan Pemasangan Patok Geser	8.1	bh	4,00
2	Penyediaan dan Pemasangan V-Notch	8.2		
3	Penyediaan dan pemasangan Piezometer	8.3	ls	6,00
4	Penyediaan dan Pemasangan Pipa Udara	8.4	ls	1,00
5	Penyediaan dan Pemasangan Stop log	8.5	bh	3,00

Sumber: Hasil Perhitungan oleh PT. Aria Jasa Konsultan

Hasil rekapitulasi volume pekerjaan ini akan digunakan dalam menghitung jumlah anggaran biaya pada suatu pelaksanaan konstruksi, volume pekerjaan merupakan bagian penting yang harus dihitung secara teliti. Hal ini dikarenakan volume pekerjaan sangat berpengaruh terhadap jumlah biaya yang nantinya dikeluarkan terkait dengan komponen sumber daya yang digunakan baik material, manusia, maupun alat berat yang membantu proses pekerjaan. Sehingga volume yang nanti dihitung merupakan pekerjaan yang berkaitan dengan pekerjaan yang disebutkan

4.1.2. Perhitungan Produktivitas Alat

Perhitungan produktifitas alat digunakan untuk mendapatkan besarnya kapasitas produktifitas alat yang digunakan dalam pelaksanaan proyek. Dari besarnya produktifitas alat berat yang didapatkan, akan diketahui jumlah kebutuhan alat berat yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan tertentu.

Dalam studi ini tidak semua alat yang digunakan akan dihitung besar produktifitasnya, melainkan untuk alat-alat yang memegang peranan penting dalam proses pelaksanaan

proyek. Sedangkan untuk alat yang tidak diketahui besar produktifitasnya akan ditentukan dengan koefisien alat pada Permen PUPR Nomor 28/PRT/M/2016 Tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum. Jenis alat-alat disesuaikan dengan jenis pekerjaan tertentu dan yang memegang peranan penting dalam proses pelaksanaan proyek dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Pekerjaan Galian Tanah Menggunakan Alat Berat

Pekerjaan galian tanah hampir semua dilakukan pada kegiatan Rehabilitasi Bendungan Simo untuk alat berat yang dipakai pada pekerjaan ini adalah *Excavator 80 – 140 Hp* dimana perhitungan koefisiennya dapat dihitung berdasarkan durasi pekerjaan selama 1 hari, koefisien tanah, metode pekerjaan, dan faktor dari alat berat itu sendiri (Tabel 4.2).

Tabel 4. 2

Perhitungan Koefisien Alat Berat Pekerjaan Galian Tanah

No.	U R A I A N	KODE	KOEF.	SATUAN
I. ASUMSI				
1	Menggunakan alat berat (cara mekanik)			
2	Lokasi pekerjaan :			
3	Kondisi Jalan : baik			
4	Jam kerja efektif per-hari	Tk	8,00	Jam
5	Faktor pengembangan bahan	Fk	1,20	-
II. URUTAN KERJA				
1	Tanah yang dipotong umumnya berada disisi jalan			
2	Penggalian dilakukan dengan menggunakan Excavator			
3	Selanjutnya Excavator menuangkan material hasil galian kedalam Dump Truck			
III. PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN TENAGA				
1. BAHAN				
	Tidak ada bahan yang diperlukan			
2. ALAT				
EXCAVATOR				
	Kapasitas Bucket	V	0,60	M ³
	Faktor Bucket	Fb	0,75	-
	Faktor Efisiensi alat	Fa	0,75	-
	Faktor konversi , kedalaman < 40 %	Fv	0,90	-
	Waktu siklus	Ts1		menit
	- Menggali	T1	0,870	menit
	Waktu siklus = T1 x Fv	Ts1	0,78	menit
	Kap. Prod. / jam =	Q1	21,55	M ³ /Jam
			$\frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts1 \times Fk}$	
	Koefisien Alat / M³		0,0464	Jam

Sumber: Perhitungan (2021)

2. Pekerjaan Galian Tanah Sedimen

Pekerjaan selanjutnya yang menggunakan *Excavator 80 – 14 Hp* yaitu pekerjaan galian tanah sedimen untuk perhitungan koefisien alat berat *Excavator 80 – 14 Hp* faktor yang

mempengaruhi perhitungan koefisien pekerjaan yaitu durasi pekerjaan selama 1 hari, koefisien tanah, metode pekerjaan, dan faktor dari alat berat itu sendiri yang membedakan dari pekerjaan galian tanah sebelumnya yaitu faktor pengembangan lahan akibat tanah yang digali merupakan tanah sedimen pada area *catchment* waduk simo (Tabel.4.3).

Tabel 4. 3

Perhitungan Koefisien Alat Berat Pekerjaan Galian Tanah Sedimen

No.	Uraian	Kode	Koef	Satuan
I. ASUMSI				
1	Menggunakan alat berat (cara mekanik)			
2	Lokasi pekerjaan :			
3	Kondisi Jalan : baik			
4	Jam kerja efektif per-hari	Tk	8,00	Jam
5	Faktor pengembangan bahan	Fk	1,30	-
II. URUTAN KERJA				
1	Tanah yang dipotong umumnya berada disisi jalan			
2	Penggalian dilakukan dengan menggunakan Excavator			
3	Selanjutnya Excavator menuangkan material hasil galian kedalam Dump Truck			
III. PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN TENAGA				
1. BAHAN				
	Tidak ada bahan yang diperlukan			
2. ALAT				
EXCAVATOR				
	Kapasitas Bucket	V	0,45	M ³
	Faktor Bucket	Fb	0,75	-
	Faktor Efisiensi alat	Fa	0,75	
	Faktor konversi , kedalaman < 40 %	Fv	0,90	
	Waktu siklus	Ts1		menit
	- Menggali	T1	0,870	menit
	Waktu siklus = T1 x Fv	Ts1	0,78	menit
	Kap. Prod. / jam = $V \times Fb \times Fa \times 60$	Q1	14,92	M ³ /Jam
	$Ts1 \times Fk$			
	Koefisien Alat / M³		0,0670	Jam
	$= 1 : Q1$			

Sumber: Perhitungan (2021)

3. Pekerjaan Timbunan Tanah Kembali

Pekerjaan timbunan tanah kembali menggunakan *Excavator 80 – 140 Hp* dan *Baby Roller* dimana perlu adanya kegiatan pemindahan tanah ke area timbunan dan pemadatan tanah sehingga sesuai dengan spesifikasi kepadatan. Perhitungan koefisiennya melibatkan 2 alat berat dan tambahan faktor tebal hamparan padat (Tabel 4.4).

Tabel 4. 4

Perhitungan Koefisien Alat Berat Pekerjaan Timbunan Tanah Kembali

No.	Uraian	Kode	Koef	Satuan
I. ASUMSI				
1	Lokasi pekerjaan :			
2	Kondisi Jalan : baik			
3	Jam kerja efektif per-hari	Tk	8,00	Jam
4	Faktor pengembangan bahan	Fk	1,20	-
6	Tebal hamparan padat	t	0,15	m
II. URUTAN KERJA				
1	Bahan timbunan mendatangkan tanah urug			
3	Material dihampar dengan tenaga manusia			
4	Material dipadatkan menggunakan Vibratory Roller			
5	Selama pemadatan sekelompok pekerja akan merapikan tepi hamparan dan level permukaan dengan menggunakan alat bantu			
III. PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN TENAGA				
1. BAHAN				
1.a.	Bahan timbunan = 1 x Fk		1,20	M ³
2. ALAT				
2.a.	<u>EXCAVATOR</u>			
	Kapasitas Bucket	V	0,60	M ³
	Faktor Bucket	Fb	0,75	-
	Faktor Efisiensi Alat	Fa	0,75	-
	Faktor Konversi	Fv	0,90	-
	Waktu sklus	Ts1		
	- Timbun	T1	0,87	menit
	Waktu Siklus = T1 x Fv	Ts1	0,78	menit
	Kapasitas Produksi / Jam = $\frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Fk \times Ts1}$	Q1	21,55	M ³
	Koefisien alat / M³ = 1 : Q1		0,0464	Jam
2.b.	<u>BABY ROLLER</u>			
	Kecepatan rata-rata alat	v	1,50	Km / Jam
	Lebar efektif pemadatan	b	0,61	M
	Jumlah lintasan	n	6,00	lintasan
	Faktor efisiensi alat	Fa	0,75	-
	Kapasitas Prod./Jam = $(v \times 1000) \times b \times t \times Fa$	Q4	17,16	M ³
	Koefisien Alat / M³ = 1 : Q4		0,0583	Jam

Sumber: Perhitungan (2021)

4. Buangan Tanah Sedimen 1-2 Km

Pekerjaan pengerukan sedimen sebesar 95.789,48 m³ memerlukan tindakan berupa pembuangan ke *areal disposal* (Tabel 4.1). Pekerjaan buangan tanah sedimen ini dibagi menjadi dua berdasarkan jarak lokasi *disposal* dengan lokasi galian. Pada pekerjaan buangan sejauh 1-2 Km untuk alat berat yang dipakai pada pekerjaan ini adalah *Dump Truck 12 Ton* dimana perhitungan koefisiennya dipengaruhi oleh perhitungan koefisien pekerjaan yaitu

durasi pekerjaan selama 1 hari, koefisien tanah, metode pekerjaan, dan faktor dari alat berat itu sendiri (tabel 4.5).

Tabel 4. 5
Perhitungan Koefisien Alat Berat Pekerjaan Buangan Tanah Sedimen Sejauh 1 – 2 Km

No.	Uraian	Kode	Koef	Satuan
I. ASUMSI				
1	Menggunakan alat berat (cara mekanik)			
2	Lokasi pekerjaan :			
3	Kondisi Jalan : baik			
4	Jam kerja efektif per-hari	Tk	8,00	Jam
5	Faktor pengembangan bahan	Fk	1,20	-
6	Berat volume tanah (lepas)	D	1,50	ton/m ³
II. URUTAN KERJA				
1	Dump Truck membuang material hasil galian keluar lokasi jalan sejauh	L	1,50	Km
III. Pemakaian Bahan, Alat Dan Tenaga				
1. Bahan				
	Tidak ada bahan yang diperlukan			
2. ALAT				
<u>DUMP TRUCK</u>				
	Kapasitas bak	V	4,00	ton
	Faktor efisiensi alat	Fa	0,75	-
	Kecepatan rata-rata bermuatan	v1	20,00	KM/Jam
	Kecepatan rata-rata kosong	v2	30,00	KM/Jam
	Waktu siklus	Ts2		menit
	$= \frac{(V \times 60)}{(D \times Q1 \times Fk)}$			
	- Muat	T1	1,17	menit
	- Waktu tempuh isi	T2	4,50	menit
	- Waktu tempuh kosong	T3	3,00	menit
	- Lain-lain	T4	1,00	menit
		Ts2	9,67	menit
	Kapasitas Produksi / Jam = $\frac{V \times Fa \times 60}{D \times Fk \times Ts2}$	Q2	10,34	M ³ /Jam
	Koefisien Alat / M³		0,0967	Jam
	$= 1 : Q2$			

Sumber: Perhitungan (2021)

5. Buangan Tanah Sedimen 2-5 Km

Pekerjaan pengerukan sedimen sebesar 95.789,48 m³ memerlukan tindakan berupa pembuangan ke *areal disposal* (Tabel 4.1). Pekerjaan buangan tanah sedimen ini dibagi menjadi dua berdasarkan jarak lokasi *disposal* dengan lokasi galian. Pada pekerjaan buangan sejauh 2-5 Km untuk alat berat yang dipakai pada pekerjaan ini adalah *Dump Truck 12 Ton* dimana perhitungan koefisiennya dipengaruhi oleh perhitungan koefisien pekerjaan yaitu durasi pekerjaan selama 1 hari, koefisien tanah, metode pekerjaan, dan faktor dari alat berat itu sendiri (tabel 4.6).

Tabel 4. 6

Perhitungan Koefisien Alat Berat Pekerjaan Buangan Tanah Sedimen Sejauh 2 - 5 Km

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
I. ASUMSI				
1	Menggunakan alat berat (cara mekanik)			
2	Lokasi pekerjaan :			
3	Kondisi Jalan : baik			
4	Jam kerja efektif per-hari	Tk	8,00	Jam
5	Faktor pengembangan bahan	Fk	1,20	-
6	Berat volume tanah (lepas)	D	1,50	ton/m ³
II. URUTAN KERJA				
1	Dump Truck membuang material hasil galian keluar lokasi jalan sejauh	L	3,50	Km
III. PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN TENAGA				
1. BAHAN				
	Tidak ada bahan yang diperlukan			
2. ALAT				
DUMP TRUCK				
	Kapasitas bak	V	4,00	ton
	Faktor efisiensi alat	Fa	0,75	-
	Kecepatan rata-rata bermuatan	v1	20,00	KM/Ja
	Kecepatan rata-rata kosong	v2	30,00	m
	Waktu siklus	Ts2		menit
	= $\frac{(V \times 60)}{(D \times Q1 \times Fk)}$			
	- Muat	T1	1,17	menit
	- Waktu tempuh isi	T2	10,50	menit
	- Waktu tempuh kosong	T3	7,00	menit
	- Lain-lain	T4	1,00	menit
		Ts2	19,67	menit
				M ³ /Ja
	Kapasitas Produksi / Jam = $\frac{V \times Fa \times 60}{D \times Fk \times Ts2}$	Q2	5,08	m
	Koefisien Alat / M3		0,1967	Jam

Sumber: Perhitungan (2021)

4.1.3. Analisis Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan merupakan faktor yang sangat berpengaruh besar terhadap besar atau kecil biaya yang dikeluarkan. Dengan demikian perhitungan harga satuan pekerjaan harus direncanakan dengan matang agar biaya yang akan dikeluarkan nantinya tidak terlalu besar sehingga merugikan manajemen dari proyek itu sendiri.

Untuk mendapatkan jumlah dari Analisis harga satuan adalah dengan perkalian antara koefisien pekerjaan dengan harga satuan dari pekerjaan itu sendiri, koefisien pekerjaan dari Permen PUPR Nomor 28/PRT/M/2016 Tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum dan harga satuan pekerjaan di dapatkan dari HSP Kab. Grobogan

Jawa Tengah tahun 2019. Untuk memudahkan perhitungan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) dari masing-masing jenis pekerjaan, maka dibuat tabel Analisis Harga Satuan Pekerjaan (lampiran) dengan keterangan kolom sebagai berikut:

1. Nomor;
2. Uraian tenaga kerja, bahan/material, dan alat yang digunakan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan;
3. Satuan untuk setiap uraian pekerjaan
4. Kuantitas/koeffisien tenaga kerja dari setiap uraian pekerjaan;
 - Kuantitas tenaga kerja dan bahan didapatkan dari ketentuan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, referensi pekerjaan yang sama dan hasil perhitungan.
 - Kuantitas peralatan didapatkan dari referensi pekerjaan yang sama dan hasil perhitungan produktifitas alat berat.
5. Harga satuan setiap uraian pekerjaan (lampiran); dan
6. Jumlah harga dari hasil perkalian antara kuantitas pekerjaan dengan harga satuan setiap uraian pekerjaan. Berikut disajikan dua contoh perhitungan Harga Satuan Pekerjaan (Tabel 4.7 dan Tabel 4.8). Setelah didapat semua perhitungan Harga Satuan Pekerjaan maka selanjutnya ialah merkapitulasi data perhitungan Harga Satuan Pekerjaan (Tabel 4.9). Untuk perhitungan terkait pekerjaan yang lain dapat dilihat pada lampiran. Nantinya perhitungan harga satuan ini digunakan untuk menghitung biaya tiap pekerjaan. Dengan cara mengalikan volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan tersebut. Untuk lebih jelasnya akan dilakukan di sub bab pembahasan berikutnya.

Tabel 4. 7
Harga Satuan Pekerjaan Pemasangan *Geosintetic Clay Liner* (Kode 3.6.2 lihat tabel 4.9)

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6
A	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0,160	55.000,00	8.800,00
2	Tukang tembok/gali	OH	0,032	90.000,00	2.880,00
3	Mandor	OH	0,016	95.000,00	1.520,00
			Jumlah Harga Tenaga Kerja		13.200,00
B	Bahan				
1	Geosintetic Clay Liner	m ²	1,080	80.000,00	86.400,00
			Jumlah Harga Bahan		86.400,00
C	Peralatan				
			Jumlah Harga Peralatan		-
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				99.600,00
E	Overhead + Profit		15% x D		14.940,00
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m ² (D+E)				114.540,00

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Tabel 4. 8

Harga Satuan Pekerjaan Pemasangan Lapisan Filter Pasir (Kode 3.6.1 lihat tabel 4.9)

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6
A	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0,400	55.000,00	22.000,00
2	Mandor	OH	0,040	95.000,00	3.800,00
				Jumlah Harga Tenaga Kerja	25.800,00
B	Bahan				
1	Pasir urug	m ³	1,200	120.000,00	144.000,00
				Jumlah Harga Bahan	144.000,00
C	Peralatan				
				Jumlah Harga Peralatan	-
D	Jumlah Harga tenaga, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				169.800,00
E	Overhead + Profit		15% x D		25.470,00
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m³ (D+E)				195.270,00

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Tabel 4. 9

Rekapitulasi Harga Satuan Pekerjaan Proyek Rehabilitasi Bendungan Simo

No.	Jenis Pekerjaan	Kode	Satuan	Harga Satuan (Rp)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	1		
1	Mobilisasi Alat	1.1	ls	7.000.000,00
2	Demobilisasi Alat	1.2	ls	7.000.000,00
3	Uitzet/pengukuran	1.3	ls	7.000.000,00
4	Papan nama proyek	1.4	bh	500.000,00
5	Direksi Keet	1.5	Ls	12.000.000,00
6	Perlengkapan K3	1.6	Ls	1.000.000,00
II	PEKERJAAN PEMBONGKARAN BENDUNGAN	2		
1	Bongkaran Pas. Batu Puncak Bendungan	2.1	m ³	133.515,00
III	PEKERJAAN TUBUH BENDUNGAN	3		
1	Galian Tanah (Alat Berat)	3.1	m ³	28.024,80
2	Timbunan Tanah Mendatangkan (Alat Berat)	3.2	m ³	121.752,06
3	Perapihan batu kosong (rip rap)	3.3	m ³	131.387,50
4	Pengaspalan puncak tubuh bendungan	3.4		
	Aspal AC-WC tebal 3 cm	3.4.1	m ³	127.029,99
	Aspal AC-BC tebal 5 cm	3.4.2	m ³	2.922.874,89
	Lapis perekat (tack coat)	3.4.3	lt	15.812,57
	Lapis resap (prime coat)	3.4.4	lt	15.489,36
	Sirtu (sub grade) 20 cm	3.4.5	m ³	140.765,82
5	Saluran Drainase Puncak Bendungan	3.5		
	Pemasangan U-Ditch (50x50x120) K-350	3.5.1	m	923.823,75
6	Pemasangan Filter	3.6		
	Lapisan Pasir	3.6.1	m ³	195.270,00

Sumber: Perhitungan (2021)

Lanjutan Tabel 4.9

Rekapitulasi Harga Satuan Pekerjaan Proyek Rehabilitasi Bendungan Simo

No.	Jenis Pekerjaan	Kode	Satuan	Harga Satuan (Rp)
IV	Pemasangan Lapis Geosintetic Clay Liner	3.6.2	m ²	114.540,00
	PEKERJAAN Pengerukan Sedimen	4		
	1 Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	4.1	m ³	40.480,26
	2 Buangan Tanah Jarak 1-2 Km	4.2	m ³	27.890,93
V	3 Buangan Tanah Jarak 2-5 Km	4.3	m ³	56.720,25
	PEKERJAAN BANGUNAN AIR	5		
	1 <i>Groundsill Subdta 1</i>	5.1		
	Beton Cyclop K-175	5.1.1	m ³	698.377,12
	Pasangan Beton K-175	5.1.2	m ³	822.147,13
	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	5.1.3	m ³	40.480,26
	Timbunan Tanah Kembali	5.1.4	m ³	24.477,75
	Plesteran 1:3	5.1.5	m ²	59.942,58
	2 <i>Groundsill Subdta 2.a</i>	5.2		
	Beton Cyclop K-175	5.2.1	m ³	698.377,12
	Pasangan Beton K-175	5.2.2	m ³	822.147,13
	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	5.2.3	m ³	40.480,26
	Timbunan Tanah Kembali	5.2.4	m ³	24.477,75
	Plesteran 1:3	5.2.5	m ²	59.942,58
	3 <i>Groundsill Subdta 2.b</i>	5.3		
	Beton Cyclop K-175	5.3.1	m ³	698.377,12
	Pasangan Beton K-175	5.3.2	m ³	822.147,13
	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	5.3.3	m ³	40.480,26
	Timbunan Tanah Kembali	5.3.4	m ³	24.477,75
	Plesteran 1:3	5.3.5	m ²	59.942,58
	4 Ambang Lebar Saluran Irigasi	5.4		
	Pasangan Beton K-175	5.4.1	m ³	822.147,13
	Peilscale	5.4.2	ls	500.000,00
	5 Bangunan Air Baku (Tandon)	5.5		
	Pasangan Batu Kali 1 : 4	5.5.3	m ³	959.151,75
	Pasangan Beton K-125	5.5.4	m ³	768.100,63
	Pasangan Beton K-175	5.5.5	m ³	822.147,13
	Pompa Sentrifugal	5.5.6	bh	15.000.000,00
	6 Bronjong	5.6		
	Pemasangan Bronjong Pabrikasi	5.6.1	m ³	637.905,00
	Galian Tanah (Alat Berat)	5.6.2	m ³	28.024,80
	<i>Geo Textile Non Woven</i>	5.6.3	m ²	81.937,50

Sumber: Perhitungan (2021)

Lanjutan Tabel 4.9

Rekapitulasi Harga Satuan Pekerjaan Proyek Rehabilitasi Bendungan Simo

No.	Jenis Pekerjaan	Kode	Satuan	Harga Satuan (Rp)
7	<i>Spillway</i>	5.7		
	Beton K-225	5.7.1	m ³	1.501.365,26
	Beton Cyclop K-175	5.7.2	m ³	698.377,12
	Galian Tanah (Alat Berat)	5.7.3	m ³	28.024,80
	Timbunan Tanah Kembali	5.7.4	m ³	24.477,75
	PEKERJAAN SALURAN DRAINASI (JALAN)	6		
VI				
1	<i>U-Ditch (80x60x120) K-350</i>	6.1	m	1.259.374,20
VII	PEKERJAAN WALKWAY	7		
1	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	7.1	m ³	40.480,26
2	Paving dan Kanstin	7.2	m ²	766.489,38
VIII	PEKERJAAN INSTRUMENTASI KEAMANAN BENDUNGAN	8		
1	Penyediaan dan Pemasangan patok geser	8.1	bh	375.000,00
2	Penyediaan dan Pemasangan V-Notch	8.2		6.000.000,00
3	Penyediaan dan pemasangan Piezometer	8.3	ls	99.950.000,00
4	Penyediaan dan Pemasangan Pipa Udara	8.4	ls	2.000.000,00
5	Penyediaan dan Pemasangan Stop Log	8.5	bh	20.787.156,97

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Dari hasil rekapitulasi inilah dapat dilakukan analisa selanjutnya yaitu dengan mengalikan volume pekerjaan sehingga didapatkan rencana anggaran biaya. Sehingga nantinya dapat ditentukan biaya total pekerjaan dan sebagai acuan penentuan bobot pekerjaan pada penyusunan kurva S.

4.1.4. Analisis Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya adalah rencana pengeluaran biaya proyek yang di dalamnya terdiri dari perincian pekerjaan yang akan dilakukan. Rencana anggaran biaya dapat diketahui dengan cara mengalikan volume setiap pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan yang sesuai, sehingga total biaya setiap pekerjaan dapat diketahui (Tabel 4.10). Dalam studi ini rencana anggaran biaya yang akan diperhitungkan hanya sampai pada pekerjaan sipil Rehabilitasi Bendungan Simo.

Tabel 4. 10
Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo

No.	Jenis Pekerjaan	Kode	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total Biaya
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	1				
1	Mobilisasi alat	1.1	ls	1,00	7.000.000,00	7.000.000
2	Demobilisasi alat	1.2	ls	1,00	7.000.000,00	7.000.000
3	Uitzet/pengukuran	1.3	ls	1,00	7.000.000,00	7.000.000
4	Papan nama proyek	1.4	bh	1,00	500.000,00	500.000
5	Direksi Keet	1.5	ls	1,00	12.000.000,00	12.000.000
6	Perlengkapan K3	1.6	ls	1,00	1.000.000,00	1.000.000
					Jumlah I	34.500.000
II	PEKERJAAN PEMBONGKARAN BENDUNGAN	2				
1	Bongkaran Pas. Batu Puncak Bendungan	2.1	m ³	253,54	133.515,00	33.851.393
					Jumlah II	33.851.393
III	PEKERJAAN TUBUH BENDUNGAN	3				
1	Galian Tanah (Alat Berat)	3.1	m ³	2172,00	28.024,80	60.869.859
2	Timbunan Tanah Mendatangkan (Alat Berat)	3.2	m ³	3321,10	121.752,06	404.350.755
3	Perapihan batu kosong (rip rap)	3.3	m ³	1080,00	131.387,50	141.898.500
4	Pengaspalan puncak tubuh bendungan	3.4				
	Aspal AC-WC tebal 3 cm	3.4.1	m ³	24,75	127.029,99	3.143.992
	Aspal AC-BC tebal 5 cm	3.4.2	m ³	41,25	2.922.874,89	120.568.589
	Lapis perekat (tack coat)	3.4.3	lt	660,00	15.812,57	10.436.293
	Lapis resap (prime coat)	3.4.4	lt	660,00	15.489,36	10.222.975

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Lanjutan Tabel 4.10
Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo

No.	Jenis Pekerjaan	Kode	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total Biaya
	Sirtu (sub grade) 20 cm	3.4.5	m ³	165,04	140.765,82	23.231.992
5	Drainase Puncak Bendungan	3.5				
	Pemasangan <i>U-Ditch</i> (50x50x120) K-350	3.5.1	m	314,00	923.823,75	290.080.658
6	Pemasangan Filter	3.6				
	Lapisan Filter Pasir	3.6.1	m ³	1100,00	195.270,00	214.797.000
	Pemasangan Geosintetic Clay Liner	3.6.2	m ²	1800,00	114.540,00	206.172.000
					Jumlah III	1.485.772.613
IV	PEKERJAAN Pengerukan Sedimen	4				
1	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	4.1	m ³	95789,48	40.480,26	3.877.583.289
2	Buangan Tanah Jarak 1-2 Km	4.2	m ³	47894,74	27.890,93	1.335.828.631
3	Buangan Tanah Jarak 2-5 Km	4.3	m ³	47894,74	56.720,25	2.716.601.415
					Jumlah IV	7.930.013.335
V	PEKERJAAN BANGUNAN AIR	5				
		4.3				
1	Groundsill Subdta 1	5.1				
	Beton Cyclop K-175	5.1.1	m ³	114,58	698.377,12	80.020.051
	Pasangan Beton K-175	5.1.2	m ³	5,63	822.147,13	4.628.688
	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	5.1.3	m ³	81,08	40.480,26	3.282.140
	Timbunan Tanah Kembali	5.1.4	m ³	36,89	24.477,75	902.984

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Lanjutan Tabel 4.10

Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo

No.	Jenis Pekerjaan	Kode	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total Biaya
	Plesteran 1:3	5.1.5	m ²	20,88	59.942,58	1.251.601
2	Groundsill Subdta 2.a	5.2				
	Beton Cyclop K-175	5.2.1	m3	58,59	698.377,12	40.917.916
	Pasangan Beton K-175	5.2.2	m3	1,87	822.147,13	1.537.415
	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	5.2.3	m3	43,22	40.480,26	1.749.557
	Timbunan Tanah Kembali	5.2.4	m3	14,89	24.477,75	364.474
	Plesteran 1:3	5.2.5	m ²	17,52	59.942,58	1.050.194
3	Groundsill Subdta 2.b	5.3				
	Beton Cyclop K-175	5.3.1	m ³	61,68	698.377,12	43.075.901
	Pasangan Beton K-175	5.3.2	m ³	2,01	822.147,13	1.652.516
	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	5.3.3	m ³	44,40	40.480,26	1.797.324
	Timbunan Tanah Kembali	5.3.4	m ³	6,90	24.477,75	168.896
	Plesteran 1:3	5.3.5	m ²	18,00	59.942,58	1.078.966
4	AMBANG LEBAR SALURAN IRIGASI	5.4				
	Pasangan Beton K-175	5.4.1	m ³	1,13	822.147,13	932.315
	Peilscale	5.4.2	ls	3,00	500.000,00	1.500.000
5	BANGUNAN AIR BAKU (TANDON)	5.5				
	Pasangan Batu Kali 1 : 4	5.5.3	m ³	7,20	959.151,75	6.905.893
	Pasangan Beton K-125	5.5.4	m ³	2,76	768.100,63	2.123.030

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Lanjutan Tabel 4.10
Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo

No.	Jenis Pekerjaan	Kode	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total Biaya
	Pasangan Beton K-175	5.5.5	m ³	10,56	822.147,13	8.681.874
	Penyediaan dan Pemasangan Pompa Sentrifugal	5.5.6	bh	2,00	15.000.000,00	30.000.000
6	BRONJONG	5.6				
	Pemasangan Bronjong Pabrikasi	5.6.1	m ³	1765,79	637.905,00	1.126.406.270
	Galian Tanah (Alat Berat)	5.6.2	m ³	2255,31	28.024,80	63.204.605
	<i>Geo Textile Non Woven</i>	5.6.3	m ²	2479,62	81.937,50	203.173.864
7	SPILLWAY	5.7				
	Beton K-225	5.7.1	m ³	22,11	1.501.365,26	33.195.186
	Beton Cyclop K-175	5.7.2	m ³	585,69	698.377,12	409.032.497
	Galian Tanah (Alat Berat)	5.7.3	m ³	587,48	28.024,80	16.464.008
	Timbunan Tanah Kembali	5.7.4	m ³	29,83	24.477,75	730.171
					Jumlah V	2.085.828.335
VI	PEKERJAAN SALURAN DRAINASI (JALAN)	6				
1	Pemasangan <i>U-Ditch</i> (80x60x120) K-350	6.1	m	116,00	1.259.374,20	146.087.407
					Jumlah VI	146.087.407

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Lanjutan Tabel 4.10
Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo

No.	Jenis Pekerjaan	Kode	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total Biaya
VII	PEKERJAAN WALKWAY	7				
1	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	7.1	m ³	703,56	40.480,26	28.480.293
2	Paving dan Kanstin	7.2	m ²	4071,60	766.489,38	3.120.838.139
					Jumlah V	3.149.318.433
VIII	PEKERJAAN INSTRUMENTASI KEAMANAN BENDUNGAN	8				
1	Penyediaan dan Pemasangan Patok Geser	8.1	bh	4,00	375.000,00	1.500.000,00
2	Penyediaan dan Pemasangan V-Notch	8.2	bh	2,00	6.000.000,00	12.000.000,00
3	Penyediaan dan pemasangan Piezometer	8.3	bh	6,00	99.950.000,00	599.700.000,00
4	Penyediaan dan Pemasangan Pipa Udara	8.4	bh	1,00	2.000.000,00	2.000.000,00
5	Penyediaan dan Pemasangan Stop log	8.5	bh	3,00	20.787.156,97	62.361.470,90
					Jumlah VI	677.561.471

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Dari perhitungan rancangan anggaran biaya tiap pekerjaan dapat dikelompokkan menjadi 8 pekerjaan besar yaitu Pekerjaan Persiapan, Pekerjaan Pembongkaran Bendungan, Pekerjaan Tubuh Bendungan, Pekerjaan Pengerukan Sedimen, Pekerjaan Bangunan Air, Pekerjaan Saluran Drainasi (Jalan), Pekerjaan *Walkway*, dan Pekerjaan Instrumentasi Keamanan Bendungan Dengan menjumlahkan semua biaya total dari 8 kelompok pekerjaan tersebut dapat dilakukan rekapitulasi sehingga didapatkan jumlah biaya pekerjaan rehabilitasi bendungan simo secara keseluruhan. (Tabel 4.11).

Tabel 4. 11

Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo

No.	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga
I	Pekerjaan Persiapan	Rp 34.500.000,00
III	Pekerjaan Pembongkaran Bendungan	Rp 33.851.393,10
III	Pekerjaan Tubuh Bendungan	Rp 1.485.772.612,66
IV	Pekerjaan Pengerukan Sedimen	Rp 7.930.013.335,17
V	Pekerjaan Bangunan Air	Rp 2.085.828.335,16
VI	Pekerjaan Saluran Drainasi (Jalan)	Rp 146.087.407,20
VII	Pekerjaan <i>Walkway</i>	Rp 3.149.318.432,69
VIII	Pekerjaan Instrumentasi Keamanan Bendungan	Rp 677.561.471
A	Sub Jumlah	Rp 15.542.932.986,89
B	Pajak Pertambahan Nilai (10 % X A) =	Rp 1.554.293.298,69
C	Jumlah Harga (A + B)	Rp 17.097.226.285,58
D	Dibulatkan	Rp 17.097.226.000,00
Terbilang: <i>Tujuh Belas Milyar Sembilan Puluh Tujuh Juta Dua Ratus Dua Puluh Enam Ribu Rupiah</i>		

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Berdasarkan hasil perhitungan maka nilai total biaya rehabilitasi bendungan simo sebesar Rp. 17.097.226.000,00 (Tujuh Belas Milyar Sembilan Puluh Tujuh Juta Dua Ratus Dua Puluh Enam Ribu Rupiah) termasuk PPN 10% (Tabel 4.11). Dari data rancangan anggaran biaya inilah yang akan digunakan sebagai acuan untuk melakukan perhitungan penjadwalan dengan menggunakan aplikasi *Microsoft Project Manager 2016* dari segi unsur biaya material dan alat. Dan sebagai acuan dalam pembuatan kurva S dari segi bobot pekerjaan.

4.1.5. Perhitungan Estimasi Durasi Pekerjaan

Setelah mendapatkan volume, metode pelaksanaan, dan jumlah biaya hal selanjutnya yang harus diperhatikan dalam membuat *Time Schedule* dan *Kurva S* adalah perlunya merencanakan waktu pelaksanaan pekerjaan (durasi pekerjaan) dari semua item pekerjaan yang ada. Lama waktu penyelesaian suatu pekerjaan (durasi) dapat direncanakan dengan

memperhatikan besarnya volume pekerjaan, produktivitas alat, dan jumlah ketersediaan alat yang dapat dipenuhi. Pada studi ini untuk menentukan durasi pekerjaan diambil dari data kontrak (*engineering estimate*) penawaran pekerjaan dari kontraktor pelaksana rehabilitasi bendungan simo PT. Sumber Karsa Indah Utama sebagai acuan awal penyusunan durasi pekerjaan.

4.1.6. Logika Ketergantungan Pekerjaan

Langkah berikutnya yang harus diperhatikan untuk membuat *Time Schedule* adalah mengkaji lingkup pekerjaan suatu proyek, kemudian menguraikan menjadi komponen-komponennya untuk meningkatkan akurasi perkiraan kurun waktu kegiatan dan logika ketergantungan pekerjaan pada pekerjaan-pekerjaan tersebut. Logika ketergantungan pekerjaan merupakan hubungan suatu pekerjaan dengan pekerjaan lainnya dalam lingkup pelaksanaan proyek. Seluruh pekerjaan pada suatu proyek akan dihubungkan berdasarkan hubungan yang logis, sehingga membentuk suatu jaringan pekerjaan (*network diagram*) yang berisi lintasan peristiwa dan kegiatan.

Logika ketergantungan pekerjaan/hubungan ketergantungan dalam pelaksanaan *Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo* tidak semua sama. Ada beberapa pekerjaan yang dimulai dan diakhiri secara bersamaan. Selain itu ada juga pekerjaan yang dimulai setelah/sebelum beberapa hari pekerjaan yang mendahuluinya selesai. Sehingga hubungan ketergantungan pekerjaan pada studi ini adalah hubungan *predecessor* (hubungan antar aktivitas sebelum) dan *successor* (hubungan antar aktivitas sesudah). Dari penyusunan hubungan antar pekerjaan dan durasi pekerjaan ini selanjutnya akan dijadikan analisa dalam penyusunan jaringan pekerjaan pada aplikasi *Microsoft Project Manager 2016* dari hasil analisa akan didapatkan visualisasi *gantt chart* dan lintasan kritis dalam pekerjaan pelaksanaan konstruksi Rehabilitasi Bendungan Simo (Tabel 4.12).

Tabel 4.12

Hubungan Ketergantungan Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo

No.	Jenis Pekerjaan	Durasi Hari	Kode Analisis	Pekerjaan Pendahulu Predecessor	Jenis Hubungan
I	Pekerjaan Persiapan		1		
1	Mobilisasi Alat	21	1.1		-
2	Demobilisasi Alat	21	1.2	1.3	FF
3	Uitzet/Pengukuran	231	1.3	3.7.2	FF
4	Papan Nama Proyek	14	1.4	1.1	SS+7
5	Direksi Keet	28	1.5	1.1	SS+7
6	Perlengkapan K3	28	1.6	1.1	FS

Lanjutan Tabel 4.12. Hubungan Ketergantungan Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo

No.	Jenis Pekerjaan	Durasi Hari	Kode Analisis	Pekerjaan Pendahulu Predecessor	Jenis Hubungan
Pekerjaan Pembongkaran					
II	Bendungan		2		
1	Bongkaran Pas. Batu Drainase				
	Puncak Bendungan	49	2.1	1.5	FS
Pekerjaan Tubuh					
III	Bendungan		3		
1	Galian Tanah (Alat Berat)	70	3.1	2.1	FS
2	Timbunan Tanah				
	Mendatangkan (Alat Berat)	126	3.2	3.1	SS+14
3	Perapihan batu kosong (rip rap)	126	3.3	3.2	SS+7
4	Pengaspalan puncak tubuh bendungan		3.4		
	Aspal AC-WC tebal 3 cm	49	3.4.1	3.4.2	SS+14
	Aspal AC-BC tebal 5 cm	56	3.4.2	3.4.4	SS+7
	Lapis perekat (tack coat)	49	3.4.3	3.4.2	SS+7
	Lapis resap (prime coat)	49	3.4.4	3.4.5	SS+7
	Sirtu (sub grade) 20 cm	49	3.4.5	3.3	SS-7
5	Pemasangan saluran drainase jalan pada puncak bendungan		3.5		
	U-Ditch (50x50x120) K-350	112	3.5.1	3.2	SS
6	Pemasangan Filter		3.6		
	Lapisan Pasir	42	3.6.1	3.6.2	FF
	Pemasangan Lapis Geosintetic Clay Liner	42	3.6.2	3.4.5	FS
Pekerjaan Pengerukan					
IV	Sedimen		4		
1	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	140	4.1	1.6	FS
2	Buangan Tanah Jarak 1-2 Km	147	4.2	4.1	SS+7
3	Buangan Tanah Jarak 2-5 Km	147	4.3	4.1	SS+7

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Lanjutan Tabel 4.12

Hubungan Ketergantungan Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo

No.	Jenis Pekerjaan	Durasi	Kode Analisis	Pekerjaan Pendahuluan Predecessor	Jenis Hubungan
V	Pekerjaan Bangunan Air		5		
1	Groundsill Subdta 1		5.1		
	Beton Cyclop K-175	28	5.1.1	5.1.3	SS+7
	Pasangan Beton K-175	14	5.1.2	5.1.3	SS+7
	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	28	5.1.3	3.5.1	SS
	Timbunan Tanah Kembali	21	5.1.4	5.1.1 ; 5.1.2	FS
	Plesteran 1:3	21	5.1.5	5.1.1 ; 5.1.2	FS
2	Groundsill Subdta 2.A		5.2		
	Beton Cyclop K-175	28	5.2.1	5.2.3	SS+7
	Pasangan Beton K-175	14	5.2.2	5.2.3	FS
	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	28	5.2.3	5.1.4	SS+7
	Timbunan Tanah Kembali	21	5.2.4	5.2.3	SS+14
	Plesteran 1:3	21	5.2.5	5.2.1	SS+7
3	Groundsill Subdta 2.B		5.3		
	Beton Cyclop K-175	14	5.3.1	5.3.3	SS+7
	Pasangan Beton K-175	14	5.3.2	5.3.1	FS
	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	14	5.3.3	5.2.5	SS
	Timbunan Tanah Kembali	7	5.3.4	5.3.3	FS
	Plesteran 1:3	21	5.3.5	5.3.2	SS
4	Ambang Lebar Saluran Irigasi		5.4		
	Pasangan Beton K-175	14	5.4.1	2.1	FS
	Peilscale	7	5.4.2	5.4.1	SS+7
5	Bangunan Air Baku (Tandon)		5.5		
	Pasangan Batu Kali 1 : 4	14	5.5.1	2.1	FS
	Pasangan Beton K-125	14	5.5.2	5.5.1	SS+7
	Pasangan Beton K-175	21	5.5.3	5.5.2	SS
	Pompa Sentrifugal	21	5.5.4	5.5.3	FS
6	Bronjong		5.6		
	Pemasangan Bronjong Pabrikasi	84	5.6.1	5.6.3	SS+7
	Galian Tanah (Alat Berat)	84	5.6.2	5.5.4	SS
	Geo Textile Non Woven	84	5.6.3	5.6.2	SS+7
7	Spillway		5.7		
	Beton K-225	49	5.7.1	5.7.3	SS
	Beton Cyclop K-175	56	5.7.2	5.7.3	SS

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Lanjutan Tabel 4.12

Hubungan Ketergantungan Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo

No.	Jenis Pekerjaan	Durasi	Kode Analisis	Pekerjaan Pendahulu Predecessor	Jenis Hubungan
	Galian Tanah (Alat Berat)	42	5.7.3	5.6.3	SS
	Timbunan Tanah Kembali	35	5.7.4	5.7.1	FF
Pekerjaan Saluran Drainasi					
VI	(Jalan)		6		
1	U-Ditch (80x60x120) K-350	42	6.1	5.6.1	SS
Pekerjaan Walkway					
VII			7		
1	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	42	7.1	6.1	FF
2	Paving Dan Kanstin	42	7.2	6.1	SS
Pekerjaan Instrumentasi					
VIII	Keamanan Bendungan		8		
1	Penyediaan dan Pemasangan patok geser	7	8.1	5.4.2	FS
2	Penyediaan dan Pemasangan V-Notch	14	8.2	8.1	FS
3	Penyediaan dan pemasangan Piezometer	14	8.3	5.4.2	FS
4	Penyediaan dan Pemasangan Pipa Udara	7	8.4	8.3	SS
5	Penyediaan dan Pemasangan Stop Log	7	8.5	8.3	SS

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

4.1.7. Analisa Kebutuhan Sumber Daya

Perhitungan kebutuhan sumber daya digunakan untuk mengetahui besarnya kebutuhan sumber daya dalam melakukan suatu kegiatan setiap harinya. Dalam perhitungan sumber daya dapat ditulis dengan besarnya peningkatan penggunaan sumber daya selama pelaksanaan proyek. Jika terjadi peningkatan sumber daya yang berlebihan dapat diantisipasi dengan melakukan *levelling* atau perataan sumber daya pada aplikasi *Microsoft Project Manager 2016*, sehingga kebutuhan sumber daya selama pelaksanaan Rehabilitasi Bendungan Simo diharapkan tidak mengalami *overlocated* ataupun fluktuasi yang begitu tajam dari waktu ke waktu.

Dalam melakukan perhitungan analisis kebutuhan sumber daya dibutuhkan beberapa data, antara lain :

1. Data jenis dan volume pekerjaan
2. Data analisis harga satuan pekerjaan
3. Data durasi pekerjaan

Untuk memudahkan perhitungan, maka dibuat tabel analisis kebutuhan sumber daya (Tabel 4.13) dengan keterangan kolom sebagai berikut:

1. Nomor kode untuk masing-masing pekerjaan
2. Deskripsi pekerjaan
3. Besarnya volume pekerjaan (perhitungan volume pekerjaan)
4. Satuan Volume Pekerjaan
5. Durasi pekerjaan (hasil perhitungan estimasi durasi pekerjaan)
6. Sumber daya terpakai (hasil analisis harga satuan)
7. Koefisien sumber daya terpakai (hasil analisis harga satuan pekerjaan)
8. Satuan sumber daya terpakai
9. Produktifitas pekerja dan alat,
contoh pekerjaan Beton *Cyclop* K -175 pada pekerjaan *Spillway*
Koefisien pekerja = 1,323 hari
Produktifitas pekerja = $1/1,323$
= 0,756 m³/hari
10. Satuan Produktifitas alat dan manusia
11. Jumlah kebutuhan sumber daya manusia per hari, contoh pekerjaan Beton *Cyclop* K -175 pada pekerjaan Bangunan *Spillway*
Pekerja = $585,69 / (56 \times 1 \times 0,756)$
= 13,837 ~ 14 orang
Tukang Batu = $585,69 / (56 \times 1 \times 5,291)$
= 1,977 ~ 2 orang
Kepala Tukang = $585,69 / (56 \times 1 \times 52,632)$
= 0,199 ~ 1 orang
Mandor = $585,69 / (56 \times 1 \times 7,559)$
= 1,384 ~ 1 orang
12. Jumlah kebutuhan material per hari, contoh pekerjaan Beton *Cyclop* K -175 pada pekerjaan Bangunan *Spillway*
13. Batu Belah = $(585,69 \times 0,480) / 56$
= 5,020 ~ 5 m³
Portland Cement = $(585,69 \times 211,9) / 56$
= 2216,209 ~ 2216 m³
Pasir Beton = $(585,69 \times 0,480) / 56$
= 5166,623 ~ 5167 m³

$$\text{Kerikil} = (585,69 \times 494) / 56$$

$$= 6995,353 \sim 6955 \text{ m}^3$$

$$\text{Air} = (585,69 \times 215) / 56$$

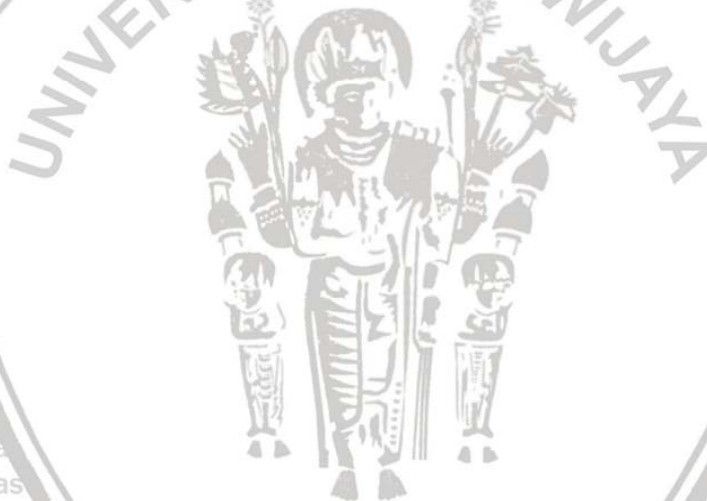
$$= 2248,631 \sim 2249 \text{ m}^3$$

14. Jumlah kebutuhan alat per hari, contoh pekerjaan Beton *Cyclop* K -175 pada pekerjaan Bangunan *Spillway*

$$\text{Molen} = 585,69 / (56 \times 1 \times 4)$$

$$= 2,615 \sim 3 \text{ buah}$$

Setelah didapatkan hasil perhitungan analisis kebutuhan sumber daya pada pelaksanaan Rehabilitasi Bendungan Simo selanjutnya dilakukan rekapitulasi sehingga didapatkan jumlah kebutuhan sumber daya tiap pekerjaan pada proyek rehabilitasi bendungan simo (Tabel 4.13). Hasil perhitungan ini yang akan di analisa sebagai bahan penyusunan rencana kerja pada aplikasi *Microsoft Project Manager 2016* sehingga akan didapatkan kebutuhan sumber daya per waktu.





(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Tabel 4.13.

Analisa Sumber Daya Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Produktifitas Orang/ Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan		
										Orang	Material	Alat
1	PEKERJAAN PERSIAPAN											
1.1	Mobilisasi Alat	1,00	Ls	42								
1.2	Demobilisasi Alat											
1.3	Uitzet/pengukuran	1,00	Ls	224								
1.4	Papan nama proyek	1,00	bh	14								
1.5	Direksi Keet	1,00	Ls	28								
1.6	Perlengkapan K3	1,00	Ls	28								
2	PEKERJAAN PEMBONGKARAN BENDUNGAN											
2.1	Bongkaran Pas. Batu Drainase Puncak Bendungan	253,54	m ³	49	Pekerja	1,800	OH	0,556	m ³ /hari	9		
					Mandor	0,180	OH	5,556	m ³ /hari	1		
3	PEKERJAAN TUBUH BENDUNGAN											
3.1	Galian Tanah (Alat Berat)	2172,00	m ³	70	Pekerja	0,093	OH	10,776	m ³ /hari	3		
					Mandor	0,046	OH	21,552	m ³ /hari	1		
					Excavator 80 - 140 Hp	0,046	Jam	21,552	m ³ /jam			1
					Pekerja	0,093	OH	10,776	m ³ /hari	2		
					Mandor	0,046	OH	21,552	m ³ /hari	1		
3.2	Timbunan Tanah Mendatangkan (Alat Berat)	3321,10	m ³	126	Tanah Timbunan	1,200	m ³		m ³		32	
					Excavator 80 - 140 Hp	0,046	Jam	21,552	m ³ /jam			1
					Baby Roller	0,058	Jam	17,156	m ³ /jam			1
					Pekerja	1,000	OH	1,000	m ³ /hari	9		
3.3	Perapihan batu kosong (rip rap)	1080,00	m ³	126	Tukang batu	0,500	OH	2,000	m ³ /hari	4		
					Kepala Tukang	0,050	OH	20,000	m ³ /hari	1		
					Mandor	0,100	OH	10,000	m ³ /hari	1		
3.4	Pengaspalan puncak tubuh bendungan				Pekerja	0,004	OH	270,270	m ³ /hari	1		
					Mandor	0,001	OH	1428,571	m ³ /hari	1		
					Batu Pecah 05-20 mm	0,031	m ³				1	
					Batu Pecah 00-05 mm	0,030	m ³				1	
					Portland Cement	1,851	Kg				1	
					Aspal Curah	5,926	Kg				3	
3.4.1	Aspal AC-WC tebal 3 cm	24,75	m ³	49	Wheel Loader 1,0 - 1,6 m3	0,001	Jam	1111,111	m ³ /jam			1
					Asphlat Mixing Plant	0,003	Jam	384,615	m ³ /jam			1
					Generator Set 135 KVA	0,003	Jam	384,615	m ³ /jam			1
					Dump Truck 7,5 Ton	0,010	Jam	103,093	m ³ /jam			1
					Asphlat Finisher	0,001	Jam	769,231	m ³ /jam			1
					Tandem Roller 6 - 8 Ton	0,003	Jam	303,030	m ³ /jam			1
					Pneumatic Tire Roller 8 - 10 Ton	0,001	Jam	1000,000	m ³ /jam			1

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Tabel 4.13.

Analisa Sumber Daya Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Produktifitas Orang/ Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan		
										Orang	Material	Alat
3.4.2	Aspal AC-BC tebal 5 cm	41,25	m ³	56	Pekerja	0,092	OH	10,858	m ³ /hari	1		
					Mandor	0,018	OH	54,348	m ³ /hari	1		
					Batu Pecah 05-20 mm	0,890	m ³				1	
					Batu Pecah 00-05 mm	0,633	m ³				1	
					Portland Cement	46,284	Kg				34	
					Aspal Curah	129,038	Kg				95	
					Wheel Loader	0,022	Jam	45,872	m ³ /jam			1
					Asphlat Mixing Plant	0,064	Jam	15,528	m ³ /jam			1
					Generator Set 135 KVA	0,242	Jam	4,132	m ³ /jam			1
					Dump Truck 7,5 Ton	0,026	Jam	39,216	m ³ /jam			1
					Asphlat Finisher	0,065	Jam	15,361	m ³ /jam			1
					Tandem Roller 6 - 8 Ton	0,019	Jam	51,546	m ³ /jam			1
					Pneumatic Tire Roller 8 - 10 Ton	0,100	Jam	10,000	m ³ /jam			1
					Pekerja	0,003	OH	333,333	m ³ /hari	1		
3.4.3	Lapis perekat (tack coat)	660,00	lt	49	Mandor	0,001	OH	1000,000	m ³ /hari	1		
					Aspal Drum	0,906	Kg				12	
					Minyak Tanah	0,220	Liter				3	
					Asphalt Sprayer 850 L	0,002	Jam	500,000	m ³ /jam			1
					Compressor 4000 - 6500 L/m	0,002	Jam	500,000	m ³ /jam			1
					Pekerja	0,003	OH	333,333	m ³ /hari	1		
3.4.4	Lapis resap (prime coat)	660,00	lt	49	Mandor	0,001	OH	1000,000	m ³ /hari	1		
					Aspal Drum	0,725	Kg				10	
					Minyak Tanah	0,396	Liter				5	
					Asphalt Sprayer 850 L	0,002	Jam	500,000	m ³ /jam			1
					Compressor 4000 - 6500 L/m	0,002	Jam	500,000	m ³ /jam			1
					Pekerja	0,137	OH	7,310	m ³ /hari	1		
3.4.5	Sirtu (sub grade) 20 cm	165,04	m ³	49	Mandor	0,027	OH	36,496	m ³ /hari	1		
					Sirtu (<i>Quarry</i>)	1,100	m ³				4	
					Wheel Loader 1,0 - 1,6 m ³	0,013	Jam	80,000	m ³ /jam			1
					Dump Truck 7,5 Ton	0,192	Jam	5,222	m ³ /jam			1
					Vibrator Plate Temper	1,237	Jam	0,808	m ³ /jam			4
3.5 Pemasangan saluran drainase jalan pada puncak bendungan					Pekerja	2,100	OH	0,476	m/hari	1		
3.5.1	U-Ditch (50x50x120) K-350	314,00	m	56	Tukang	0,700	OH	1,429	m/hari	1		
					Mandor	0,700	OH	1,429	m/hari	1		
					U-Ditch (50x50x120)	1,000	buah				6	
					Truck Cane	0,080	Jam	12,500	m/jam			1

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Tabel 4.13.

Analisa Sumber Daya Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Produktifitas Orang/ Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan		
										Orang	Material	Alat
3.6	Pemasangan Filter											
					Pekerja	0,400	OH	2,500	m ³ /hari	10		
3.6.1	Lapisan Pasir	1100,00	m ³	42	Mandor	0,040	OH	25,000	m ³ /hari	1		
					Pasir Urug	1,200	m ³				31	
					Pekerja	0,160	OH	6,250	m ² /hari	7		
3.6.2	Pemasangan Lapis Geosintetic Clay Liner	1800,00	m ²	42	Tukang tembok/gali	0,032	OH	31,250	m ² /hari	1		
					Mandor	0,016	OH	62,500	m ² /hari	1		
					Geosintetic Clay Liner	1,080	m ²				46	
4	Pekerjaan Pengerukan Sedimen											
					Pekerja	0,134	OH	7,460	m ³ /hari	13		
4.1	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	95789,48	m ³	119	Mandor	0,067	OH	14,920	m ³ /hari	7		
					Excavator 80 - 140 Hp	0,067	Jam	14,920	m ³ /jam		4	
4.2	Buangan Tanah Jarak 1-2 Km	47894,74	m ³	126	Dump Truck 12 Ton	0,097	Jam	10,336	m ³ /jam		5	
4.3	Buangan Tanah Jarak 2-5 Km	47894,74	m ³	126	Dump Truck 12 Ton	0,185	Jam	5,405	m ³ /jam		9	
5	Pekerjaan Bangunan Air											
5.1	Groundsill Subdta 1											
					Pekerja	1,323	OH	0,756	m ³ /hari	5		
					Tukang batu	0,189	OH	5,291	m ³ /hari	1		
					Kepala tukang	0,019	OH	52,632	m ³ /hari	1		
					Mandor	0,132	OH	7,559	m ³ /hari	1		
5.1.1	Beton Cyclop K-175	114,58	m ³	28	Batu Belah	0,480	m ³				2	
					Portland Cement	211,900	kg				867	
					Pasir Beton	494,000	m ³				2022	
					Krikil	668,850	m ³				2737	
					Air	215,000	L				880	
					Molen	0,250	Hari	4,000	m ³ /jam			1
					Pekerja	1,323	OH	0,756	m ³ /hari	1		
					Tukang batu	0,189	OH	5,291	m ³ /hari	1		
					Kepala tukang	0,019	OH	52,632	m ³ /hari	1		
					Mandor	0,132	OH	7,559	m ³ /hari	1		
5.1.2	Pasangan Beton K-175	5,63	m ³	14	Portland Cement	326,000	kg				131	
					Pasir Beton	760,000	m ³				306	
					Krikil	1029,000	m ³				414	
					Air	215,000	L				86	
					Molen	0,250	Hari	4,000	m ³ /jam			1

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Tabel 4.13.

Analisa Sumber Daya Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Produktifitas Orang/ Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan		
										Orang	Material	Alat
5.1.3	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	81,08	m ³	28	Pekerja	0,134	Jam	7,460	m ³ /hari	1		
					Mandor	0,067	Jam	14,920	m ³ /hari	1		
					Excavator 80 - 140 Hp	0,067	Jam	14,920	m ³ /jam	1		
5.1.4	Timbunan Tanah Kembali	36,89	m ³	21	Pekerja	0,330	OH	3,030	m ³ /hari	1		
					Mandor	0,033	OH	30,303	m ³ /hari	1		
					Pekerja	0,384	OH	2,604	m ³ /hari	1		
5.1.5	Plesteran 1:3	20,88	m ²	21	Tukang batu	0,192	OH	5,208	m ³ /hari	1		
					Kepala Tukang	0,019	OH	52,632	m ³ /hari	1		
					Mandor	0,038	OH	26,316	m ³ /hari	1		
					Pasir Pasang	0,030	m ³				1	
					Portland Cement	7,776	kg				8	
5.2	Groundsill Subdta 2.a											
5.2.1	Beton Cyclop K-175	58,59	m ³	28	Pekerja	1,323	OH	0,756	m ³ /hari	3		
					Tukang batu	0,189	OH	5,291	m ³ /hari	1		
					Kepala tukang	0,019	OH	52,632	m ³ /hari	1		
					Mandor	0,132	OH	7,559	m ³ /hari	1		
					Batu Belah	0,480	m ³				1	
					Portland Cement	211,900	kg				443	
					Pasir Beton	494,000	m ³				1034	
					Krikil	668,850	m ³				1400	
					Air	215,000	L				450	
					Molen	0,250	Hari	4,000	m ³ /jam			1
5.2.2	Pasangan Beton K-175	1,87	m ³	14	Pekerja	1,323	OH	0,756	m ³ /hari	1		
					Tukang batu	0,189	OH	5,291	m ³ /hari	1		
					Kepala tukang	0,019	OH	52,632	m ³ /hari	1		
					Mandor	0,132	OH	7,559	m ³ /hari	1		
					Portland Cement	326,000	kg				44	
					Pasir Beton	760,000	m ³				102	
					Krikil	1029,000	m ³				137	
					Air	215,000	L				29	
					Molen	0,250	Hari	4,000	m ³ /jam			
					Pekerja	0,134	Jam	7,460	m ³ /hari	1		
5.2.3	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	43,22	m ³	28	Mandor	0,067	Jam	14,920	m ³ /hari	1		
					Excavator 80 - 140 Hp	0,067	Jam	14,920	m ³ /jam		1	
					Pekerja	0,330	OH	3,030	m ³ /hari		1	
5.2.4	Timbunan Tanah Kembali	14,89	m ³	21	Mandor	0,033	OH	30,303	m ³ /hari		1	

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Tabel 4.13.

Analisa Sumber Daya Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Produktifitas Orang/ Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan		
										Orang	Material	Alat
5.2.5	Plesteran 1:3	17,52	m ²	21	Pekerja	0,384	OH	2,604	m ³ /hari	1		
					Tukang batu	0,192	OH	5,208	m ³ /hari	1		
					Kepala Tukang	0,019	OH	52,632	m ³ /hari	1		
					Mandor	0,038	OH	26,316	m ³ /hari	1		
					Pasir Pasang	0,030	m ³				1	
5.3	Groundsill Subdt 2.b				Portland Cement	7,776	kg				6	
					Pekerja	1,323	OH	0,756	m ³ /hari	6		
					Tukang batu	0,189	OH	5,291	m ³ /hari	1		
					Kepala tukang	0,019	OH	52,632	m ³ /hari	1		
					Mandor	0,132	OH	7,559	m ³ /hari	1		
5.3.1	Beton Cyclop K-175	61,68	m ³	14	Batu Belah	0,480	m ³				2	
					Portland Cement	211,900	kg				934	
					Pasir Beton	494,000	m ³				2176	
					Krikil	668,850	m ³				2947	
					Air	215,000	L				947	
5.3.2	Pasangan Beton K-175	2,01	m ³	14	Molen	0,250	Hari	4,000	m ³ /jam			1
					Pekerja	1,323	OH	0,756	m ³ /hari	1		
					Tukang batu	0,189	OH	5,291	m ³ /hari	1		
					Kepala tukang	0,019	OH	52,632	m ³ /hari	1		
					Mandor	0,132	OH	7,559	m ³ /hari	1		
5.3.3	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	44,40	m ³	14	Portland Cement	326,000	kg				47	
					Pasir Beton	760,000	m ³				109	
					Krikil	1029,000	m ³				148	
					Air	215,000	L				31	
					Molen	0,250	Hari	4,000	m ³ /jam			2
5.3.4	Timbunan Tanah Kembali	6,90	m ³	7	Pekerja	0,134	Jam	7,460	m ³ /hari	1		
					Mandor	0,067	Jam	14,920	m ³ /hari	1		
					Excavator 80 - 140 Hp	0,067	Jam	14,920	m ³ /jam			1
					Pekerja	0,330	OH	3,030	m ³ /hari	1		
					Mandor	0,033	OH	30,303	m ³ /hari	1		
5.3.5	Plesteran 1:3	18,00	m ²	21	Pekerja	0,384	OH	2,604	m ³ /hari	1		
					Tukang batu	0,192	OH	5,208	m ³ /hari	1		
					Kepala Tukang	0,019	OH	52,632	m ³ /hari	1		
					Mandor	0,038	OH	26,316	m ³ /hari	1		
					Pasir Pasang	0,030	m ³				1	
					Portland Cement	7,776	kg				7	

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Tabel 4.13.

Analisa Sumber Daya Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Produktifitas Orang/ Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan		
										Orang	Material	Alat
5.4	Ambang Lebar Saluran Irigasi				Pekerja	1,323	OH	0,756	m ³ /hari	1		
					Tukang batu	0,189	OH	5,291	m ³ /jam	1		
					Kepala tukang	0,019	OH	52,632	m ³ /hari	1		
					Mandor	0,132	OH	7,559	m ³ /hari	1		
5.4.1	Pasangan Beton K-175	1,13	m ³	14	Portland Cement	326,000	kg				26	
					Pasir Beton	760,000	m ³				62	
					Krikil	1029,000	m ³				83	
					Air	215,000	L				17	
					Molen	0,250	Hari	4,000	m ³ /jam			1
5.4.2	Peilscale	3,00	ls									
5.5	Bangunan Air Baku (Tandon)				Pekerja	2,700	OH	0,370	m ³ /hari	1		
					Tukang batu	0,900	OH	1,111	m ³ /hari	1		
					Kepala Tukang	0,090	OH	11,111	m ³ /hari	1		
					Mandor	0,270	OH	3,704	m ³ /hari	1		
5.5.1	Pasangan Batu Kali 1 : 4	7,20	m ³	14	Batu kali	1,200	m ³				1	
					Pasir Pasang	0,520	m ³				1	
					Portland Cement	163,000	m ³				84	
					Molen	0,167	Jam	5,988	m ³ /jam			
					Pekerja	1,323	OH	0,756	m ³ /hari	1		
					Tukang batu	0,189	OH	5,291	m ³ /hari	1		
					Kepala tukang	0,019	OH	52,632	m ³ /hari	1		
					Mandor	0,132	OH	7,576	m ³ /hari	1		
5.5.2	Pasangan Beton K-125	2,76	m ³	14	Portland Cement	276,000	kg				54	
					Pasir Beton	828,000	m ³				163	
					Krikil	1012,000	m ³				200	
					Air	215,000	L				42	
					Molen	0,250	Hari	4,000	m ³ /jam			1
5.5.3					Pekerja	1,323	OH	0,756	m ³ /hari	1		
					Tukang batu	0,189	OH	5,291	m ³ /hari	1		
					Kepala tukang	0,019	OH	52,632	m ³ /hari	1		
					Mandor	0,132	OH	7,559	m ³ /hari	1		
	Pasangan Beton K-175	10,56	m ³	21	Portland Cement	326,000	kg				164	
					Pasir Beton	760,000	m ³				382	
					Krikil	1029,000	m ³				517	
					Air	215,000	L				108	
					Molen	0,250	Hari	4,000	m ³ /jam			1

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Tabel 4.13.

Analisa Sumber Daya Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Produktifitas Orang/ Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan		
										Orang	Material	Alat
5.5.4	Pompa Sentrifugal	2,00	bh	21	Pompa	1,000	bh					
5.6	Bronjong				Pekerja	0,600	OH	1,667	m³/hari	13		
5.6.1	Pemasangan Bronjong Pabrikasi	1765,79	m³	84	Mandor	0,060	OH	16,667	m³/hari	1		
					Batu Belah	1,400	m³				29	
					Kawat Bronjong	1,000	bh				21	
5.6.2	Galian Tanah (Alat Berat)	2255,31	m³	84	Pekerja	0,134	Jam	7,460	m³/hari	4		
					Mandor	0,067	Jam	14,920	m³/hari	2		
					Excavator 80 - 140 Hp	0,067	Jam	14,920	m³/jam			1
5.6.3	Geo Textile Non Woven	2479,62	m²	84	Pekerja	0,100	OH	10,000		3		
					Tukang tembok/gali	0,020	OH	50,000		1		
					Mandor	0,010	OH	100,000		1		
5.7	Spillway				Geotekstil	1,050	m²				31	
					Pekerja	1,000	OH	1,000	m³/jam	1		
					Tukang batu	0,250	OH	4,000	m³/hari	1		
5.7.1	Beton K-225	22,11	m³	49	Kepala tukang	0,025	OH	40,000	m³/hari	1		
					Mandor	0,100	OH	10,000	m³/hari	1		
					Campuran Beton Ready Mixed K.225	1,020	m³				1	
					Pompa dan conveyor beton	0,120	hari	8,333	m³/hari			1
					Pekerja	1,323	OH	0,756	m³/hari	14		
					Tukang batu	0,189	OH	5,291	m³/hari	2		
					Kepala tukang	0,019	OH	52,632	m³/hari	1		
					Mandor	0,132	OH	7,559	m³/hari	1		
5.7.2	Beton Cyclop K-175	585,69	m³	56	Batu Belah	0,480	m³				5	
					Portland Cement	211,900	kg				2216	
					Pasir Beton	494,000	m³				5167	
					Krikil	668,850	m³				6995	
					Air	215,000	L				2249	
					Molen	0,250	Hari	4,000	m³/jam			3
					Pekerja	0,134	Jam	7,460	m³/jam	2		
5.7.3	Galian Tanah (Alat Berat)	587,48	m³	42	Mandor	0,067	Jam	14,920	m³/hari	1		
					Excavator 80 - 140 Hp	0,067	Jam	14,920	m³/jam			1
5.7.4	Timbunan Tanah Kembali	29,83	m³	35	Pekerja	0,330	OH	3,030		1		
					Mandor	0,033	OH	30,303		1		

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Tabel 4.13.

Analisa Sumber Daya Pekerjaan Rehabilitasi Bendungan Simo

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Produktifitas Orang/ Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan		
										Orang	Material	Alat
6	Pekerjaan Saluran Drainasi (Jalan)											
					Pekerja	2,100	OH	0,476	m ³ /hari	6		
					Tukang	0,700	OH	1,429	m ³ /hari	2		
6.1	U-Ditch (80x60x120) K-350	116,00	m	42	Mandor	0,700	OH	1,429	m ³ /hari	2		
					U-Ditch 60x80x120	1,000	bh				3	
					Truck Cane	0,080	jam	12,500	m ³ /jam			1
7	Pekerjaan Walkway											
					Pekerja	0,134	Jam	7,460	m ³ /hari	2		
7.1	Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	703,56	m ³	42	Mandor	0,067	Jam	14,920	m ³ /hari	1		
					Excavator 80 - 140 Hp	0,067	Jam	14,920	m ³ /jam			1
					Pekerja	0,250	OH	4,000	m ³ /hari	24		
					Tukang Batu	0,500	OH	2,000	m ³ /hari	48		
					Kepala tukang	0,025	OH	40,000	m ³ /hari	2		
7.2	Paving Dan Kanstin	4071,60	m ²	42	Mandor	0,003	OH	400,000	m ³ /hari	1		
					Paving Block Natural	1,050	bh				102	
					Kanstin	3,200	bh				310	
					Pasir Pasang	0,100	m ³				10	
8	Pekerjaan Instrumentasi Keamanan Bendungan											
8.1	Penyediaan dan Pemasangan patok geser	4,00	Ls	7								
8.2	Penyediaan dan Pemasangann V-Notch	2,00	Ls	14								
8.3	Penyediaan dan Pemasangan Piesometer	6,00	Ls	14								
8.4	Penyediaan dan Pemasangan pipa udara	1,00	Ls	7								
8.5	Penyediaan dan Pemasangan Stop log	3,00	Ls	7								

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

4.2. Penjadwalan Proyek dengan Program *Microsoft Project Manager 2016*

Dari analisa rancangan anggaran biaya, durasi dan logika ketergantungan pekerjaan, dan perhitungan sumber daya maka tahap selanjutnya ialah melakukan analisa penjadwalan dengan bantuan aplikasi komputer dalam hal ini *Microsoft Project Manager 2016* yang merupakan program komputer untuk membantu penyusunan rencana kerja dalam sebuah proyek konstruksi mulai dari tahap awal perencanaan hingga tahap akhir suatu pekerjaan dengan melibatkan unsur-unsur yang telah disebutkan tadi.

Dalam analisa kali ini akan dilakukan penyusunan penjadwalan secara normal dengan perataan sumber daya, penambahan durasi kerja harian, dan yang terakhir dengan menambahkan alat berat pada beberapa pekerjaan yang tergolong dalam lintasan kritis. Secara umum tahapan analisa dilakukan dengan:

1. Penyusunan jaringan pekerjaan terdiri dari:
2. Optimasi sumber daya
3. Penentuan lintasan kritis
4. Penyusunan jadwal dengan memberikan tambahahn durasi kerja harian dan alat berat
5. Evaluasi akhir penjadwalan dengan membandingkan total durasi dan dan total biaya proyek
6. Membuat kurva s dan cetak *gant chart* pekerjaan pada *Microsoft Project Manager 2016*.

4.4.1. Penyusunan Jaringan Kerja

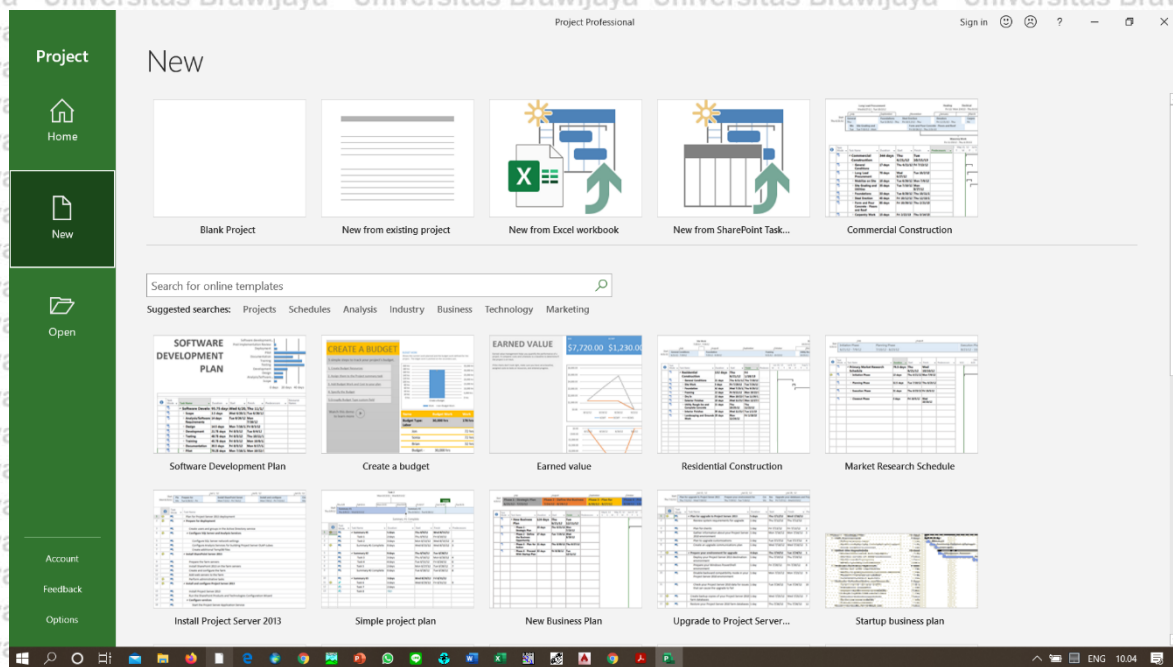
Penyusunan jaringan kerja (*Network Planning*) berfungsi untuk menunjukkan adanya keterkaitan antar pekerjaan yang akan di analisis dan organisir. Dalam penyusunan jaringan kerja memerlukan data sebagai berikut:

- Jenis pekerjaan
- Estimasi durasi pekerjaan
- Hubungan ketergantungan antar pekerjaan; dan
- Kebutuhan sumber daya

Langkah – langkah untuk menyusun rencana jaringan kerja pada *Microsoft Project Manager 2016* adalah sebagai berikut:

1. Membuka program *Microsoft Project Manager 2016*
Pilih menu *Start > All Program > Microsoft Office > Project 2016*
2. Membuat lembar kerja baru

Setelah tampilan **Microsoft Project Manager 2016** muncul maka klik **Blank Project** (Gambar 4.1).

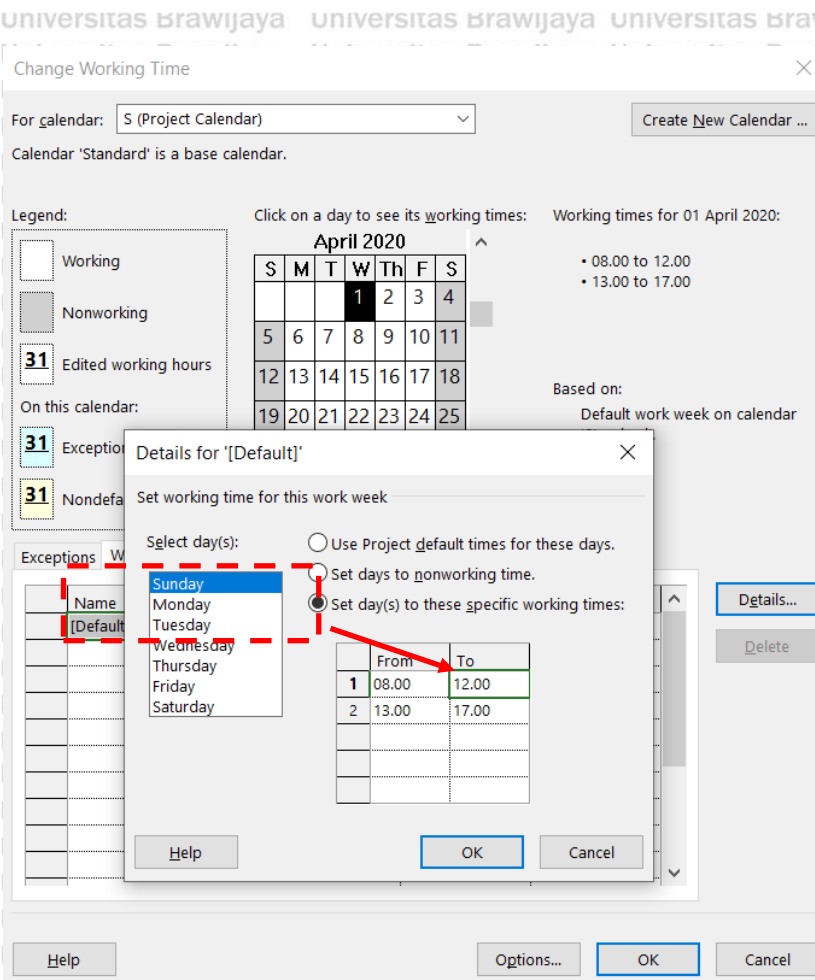


Gambar 4.1. Membuat Lembar Kerja Baru
Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

3. Menentukan kalender kerja

Pada **Microsoft Project Manager 2016** secara *default* jumlah hari kerja dalam seminggu adalah 5 hari dengan jumlah jam kerja perhari 8 jam. Pada proyek ini hari kerja dalam seminggu adalah 7 hari, dimana jam kerja untuk perharinya adalah 8 jam. Untuk menyesuaikan dengan hari kerja dan jam kerja yang direncanakan pada proyek maka dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Pilih menu **Project > Change Working Time**;
- b. Pilih tab **Work Weeks > Details**;
- c. Pada *select day* (s), pilih **Saturday > Set day (s) these specific working times**;
- d. Mengisi jam kerja pada kolom Form: 08.00 To: 12.00 dan From: 13.00 To: 17.00 (pada jam 12.00 – 13.00 merupakan jam istirahat) (Gambar 4.2)
- e. Untuk hari minggu, dilakukan perubahan yang sama seperti hari sabtu; dan Klik tombol **OK**



Gambar 4.2. Penyusunan Kalender Kerja Proyek
Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

4. Menentukan tanggal dimulainya proyek

Pada *Microsoft Project Manager 2016* secara default tanggal dimulainya proyek sama dengan tanggal disaat membuka program tersebut. Sehingga perlu dilakukan perubahan tanggal dimulainya proyek sesuai dengan yang akan direncanakan sebagai berikut:

- Pilih menu **Project > Project Information**;
- Mengisi tanggal dimulainya proyek pada kotak dialog, **Start Date** dan **Current Date** (pada proyek ini tanggal dimulainya proyek pada tanggal 30 Maret 2020); (Gambar 4.3)
- Pilih **Project Start Date** pada kotak dialog **Schedule Form**; dan
- Klik tombol **OK**.

5. Menentukan setiap pekerjaan pada proyek, dengan cara mengisi setiap pekerjaan pada kolom **Task Name** (Gambar 4.4) . Diisi sesuai nama pekerjaan yang telah diuraikan sebelumnya yang berisikan nama durasi dan hubungan ketergantungan antar pekerjaan. (Tabel 4.12).

The screenshot displays the Primavera P6 software interface. On the left, a Gantt chart shows a project schedule from February 21 to March 21. The task list on the right includes:

- REHABILITASI BENDUNGAN SIMO (PMI-CW-2) KAB. GROBOGAN** (Duration: 240d)
 - PEKERJAAN PERSIAPAN**
 - 1.1 Mobilisasi Alat
 - 1.2 Demobilisasi Alat
 - 1.3 Utzter/pengukuran
 - 1.4 Papan nama proyek
 - 1.5 Direksi Keet
 - 1.6 Perencanaan K3
 - PEKERJAAN PEMBONGKARAN BENI**
 - 2.1 Bongkaran Pas. Batu Drainase Puncak
 - PEKERJAAN TUBUH BENDUNGAN**
 - 3.1 Galian Tanah (Alat Berat)
 - 3.2 Timbunan Tanah Mendatangkan (Alat Berat)
 - 3.3 Perapihan batu kosong (rip rap)
 - 3.4 Pengaspalan puncak tubuh bendungan
 - 3.4.1 Aspal AC-WC tebal 3 cm (Duration: 49d)
 - 3.4.2 Aspal AC-BC tebal 5 cm
 - 3.4.3 Lapis perekat (tack coat)
 - 3.4.4 Lapis resap (prime coat)
 - 3.4.5 Sirtu (sub grade) 20 cm
 - Pemasangan saluran drainase jalan pada puncak bendungan** (Duration: 56d)
 - 3.5.1 U-Ditch (50x50x120) K-350
 - Pemasangan Filter** (Duration: 42d)
 - 3.6.1 Lapisan Pasir
 - 3.7 Pemasangan Lapis Geosintetic Clay Liner
 - PEKERJAAN Pengerukan SEDIMEN** (Duration: 161d)
 - 4.1 Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)

The **Task Information** dialog box is open for the task **Aspal AC-WC tebal 3 cm**. It shows the following details:

- Name:** Aspal AC-WC tebal 3 cm
- Duration:** 49d
- Percent complete:** 0%
- Schedule Mode:** Manually Scheduled
- Display on Timeline:** Hide Bar and Rollup are unchecked.

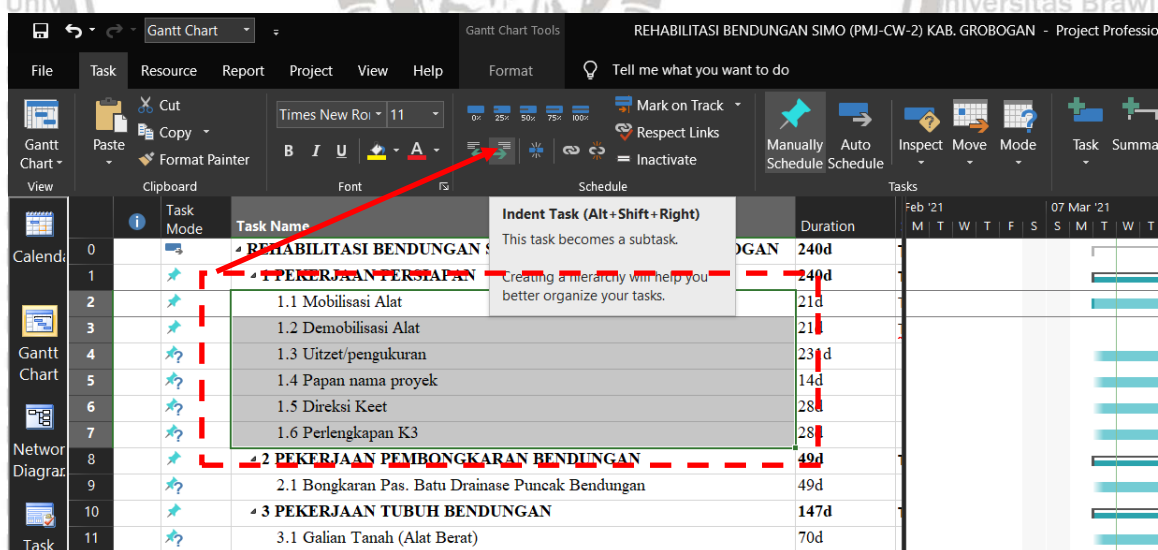
Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

6. Mengelompokkan Pekerjaan

Pengelompokan pekerjaan sangatlah penting pada sebuah proyek. Pekerjaan dikelompokkan dalam kelompok pekerjaan utama atau biasanya disebut *summary*. Kemudian pekerjaan utama tersebut di *breakdown* lagi menjadi beberapa pekerjaan atau biasa disebut *sub-task*. Demikian pula dengan *sub-task*, ada beberapa *level sub-task* tergantung dari kompleksitas jenis pekerjaan dalam proyek. Dalam proyek ini pengelompokan dibagi menjadi 8 *summary* pekerjaan besar yaitu Pekerjaan Persiapan, Pekerjaan Pembongkaran Bendungan, Pekerjaan Tubuh Bendungan, Pekerjaan Pengerukan Sedimen, Pekerjaan Bangunan Air, Pekerjaan Saluran Drainasi (Jalan), Pekerjaan *Walkway*, dan Pekerjaan Instrumentasi Keamanan Bendungan (Tabel 4.11).

Untuk membuat pengelompokan pekerjaan pada proyek ini, lakukan urutan langkah-langkah sebagai berikut (Gambar 4.5):

- Blok jenis pekerjaan yang akan dijadikan *sub-task*;
- Pilih menu **Task > Indent Task**;
- Pilih menu **Task > Outdent Task** (Jika ingin mengembalikan *sub-task* menjadi *summary*); dan
- Pilih menu **Format > Ceklis Outline Number** (hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam pengelompokan).



Gambar 4.5. Mengelompokkan Pekerjaan Proyek

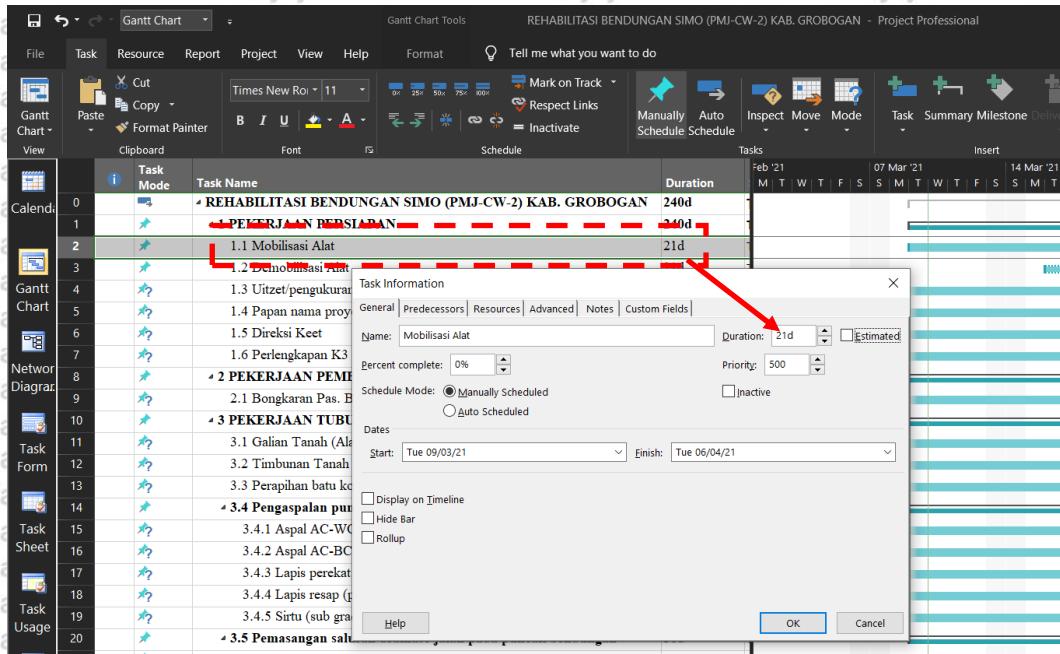
Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

7. Menentukan durasi setiap kegiatan

Dengan cara mengisi durasi setiap pekerjaan pada kolom **Duration**. Diisi sesuai nama pekerjaan yang telah diuraikan sebelumnya yang berisikan nama durasi dan hubungan ketergantungan antar pekerjaan (Tabel 4.12). Pengisian durasi pekerjaan ini akan secara

otomatis membentuk *gantti chart* sepanjang durasi pekerjaan. Secara otomatis juga akan merubah tanggal berakhirnya suatu pekerjaan sesuai durasinya (Gambar 4.6).

Durasi ini juga yang nantinya akan berubah ketika ada penambahan jam kerja harian dan penambahan alat berat. Durasi juga merupakan faktor penting dalam perhitungan biaya karena biaya alat dan pekerja dihitung per jam kerja.



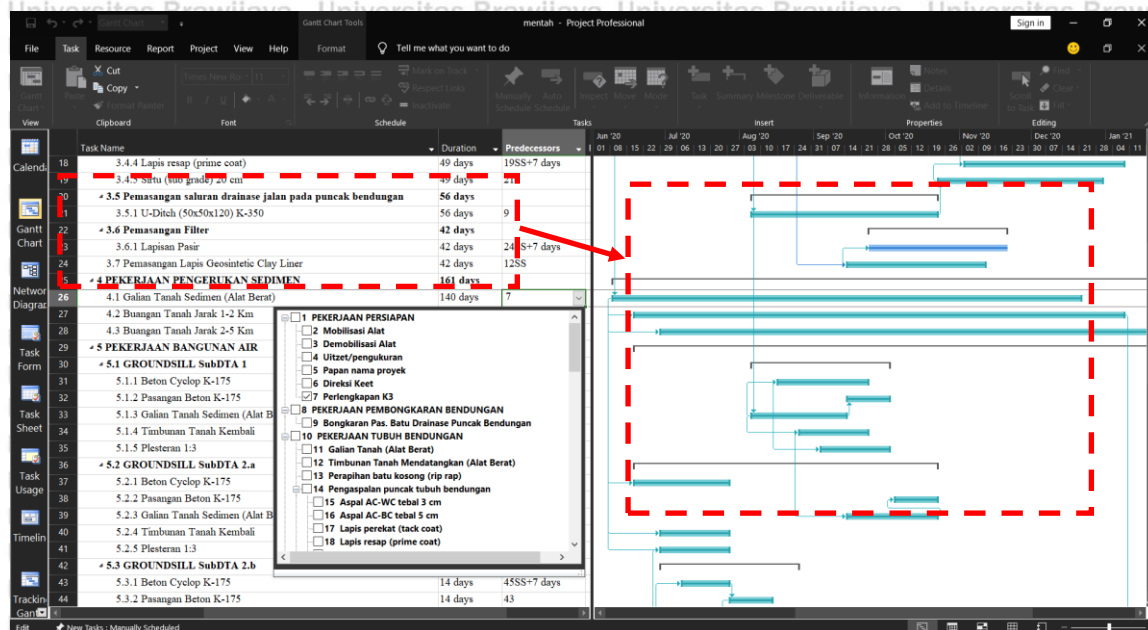
Gambar 4.6. Mengisikan Durasi Pekerjaan Proyek
Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

8. Menentukan hubungan antar kegiatan

Untuk menentukan hubungan antar pekerjaan satu dengan yang lainnya dapat dilakukandengan memasukkan jenis hubungan pada kolom **Predecessor** sebagai berikut (Gambar 4.7):

- Pekerjaan Pemasangan Lapis *Geosintetic Clay Liner* (baris 24) dapat dimuali bersamaan dengan pekerjaan Timbunan Tanah Mendatangkan *Quarry* (baris 12), (*Start to Start*). Sehingga pada kolom **Predecessor** pekerjaan Pemasangan Lapis *Geosintetic Clay Liner* di isi 12 SS.
- Pekerjaan Pemasangan U- Ditch (80 x 80 x 120) K-350 (baris 66) dapat dilakukan setelah pekerjaan Bongkaran Pasangan Batu Drainase Puncak Bendungan (baris 9), (*Finish to Start*). Sehingga pada kolom **Predecessor** pekerjaan Pemasangan U- Ditch (80 x 80 x 120) K-350 di isi 9 FS.
- Pekerjaan Demobilisasi Alat (baris 3) harus selesai bersamaan dengan pekerjaan Uizet/Pengukuran (baris 4), (*Finish to Finish*). Sehingga pada kolom **Predecessor** pekerjaan Demobilisasi Alat diisi dengan 4 FF.

Diisi sesuai nama pekerjaan yang telah diuraikan sebelumnya yang berisikan nama durasi dan hubungan ketergantungan antar pekerjaan (Tabel 4.12). Hubungan jaringan kegiatan ini akan membentuk sebuah *gantti chart* yang saling terhubung antar pekerjaan (Gambar 4.7). Hubungan pekerjaan ini sangat berpengaruh terhadap durasi total pekerjaan, terutama pada lintasan kritis. Ketika dipercepat maka durasi total pun akan lebih cepat selesai.



Gambar 4.7. Penyusunan Jaringan Kerja

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

9. Memasukkan semua sumber daya

Sumber daya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek harus diinput dengan cara Pilih menu **View > Resource Sheet** (Gambar 4.8). Sumber daya yang dimaksud ialah sumber daya yang telah dianalisa dari setiap metode pekerjaan yang berisi pekerja, material, dan alat berat (Tabel 4.14). Semua jenis sumber daya dikelompokkan dan diinput bersama harganya sesuai dengan HSP Kab. Grobogan Tahun 2016. Pada menu view resources terdapat beberapa kolom yang harus diisi yaitu:

- Resource Name*, bagian ini digunakan untuk mengisi nama sumber daya baik manusia, material atau alat;
- Type*, bagian ini digunakan untuk mengisi satuan resource yang bertipe material;
- Max Units*, bagian ini berfungsi untuk menentukan jumlah resource yang akan digunakan selama proyek berlangsung;
- Std Rate*, bagian ini digunakan untuk mengisi harga satuan untuk masing-masing resource;

- e. *Cost/Use*, bagian ini dikhususkan untuk *resource* dengan pekerjaan borongan, dan
- f. *Accure At*, bagian ini menunjukkan pilihan cara pembayaran.
- *Start*: Pembayaran dilakukan di awal
- *End*: Pembayaran dilakukan di akhir
- *Prorate*: Pembayaran berdasarkan presentase penyelesaian pekerjaan

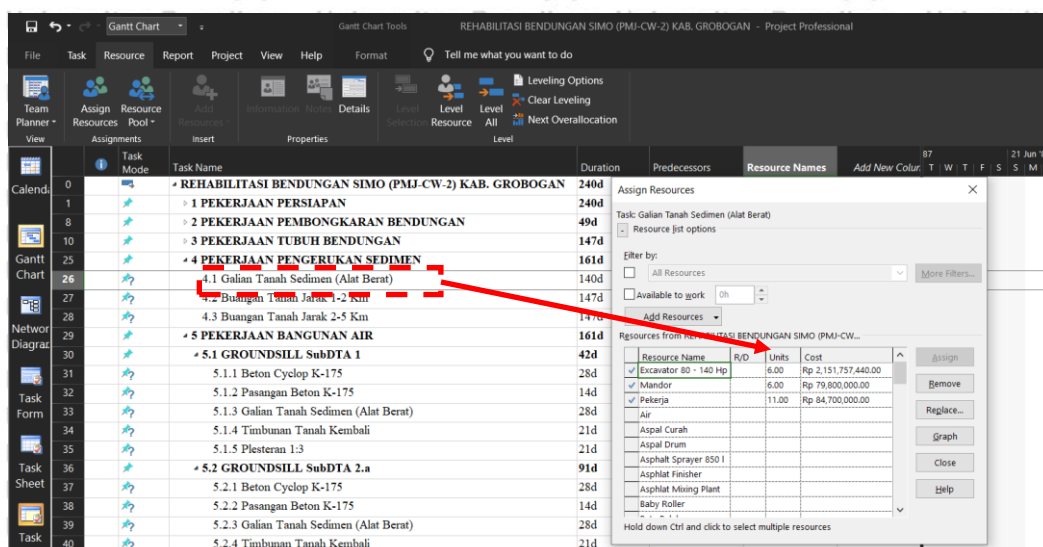
Task Name	Resource Name	Material Label	Units	Max Units	Std. Rate	Cost	Accure At	Start	End	Prorate
1 Pekerja	Work	P		1	Rp 6.875.00/h	Rp 0.00/h	Standard			
2 Mando	Work	M		1	Rp 11.875.00/h	Rp 0.00/h	Standard			
3 Tukang Batu	Work	T		1	Rp 11.250.00/h	Rp 0.00/h	Standard			
4 Tukang Tembok/Gali	Work	T		1	Rp 11.250.00/h	Rp 0.00/h	Standard			
5 Tukang Las	Work	T		1	Rp 11.250.00/h	Rp 0.00/h	Standard			
6 Kepala Tukang	Work	K		1	Rp 11.875.00/h	Rp 0.00/h	Standard			
7 Excavator 80 - 140 Hp	Work	E		1	Rp 320.202.00/h	Rp 0.00/h	Standard			
8 Dump Truck 12 Ton	Work	D		1	Rp 250.690.00/h	Rp 0.00/h	Standard			
9 Baby Roller	Work	B		1	Rp 60.081.00/h	Rp 0.00/h	Standard			
10 Batu Pecah 05-20 mm	Material	m3	B		Rp 197.941.00	Rp 0.00	Standard			
11 Batu Pecah 00-05 mm	Material	m3	B		Rp 197.941.00	Rp 0.00	Standard			
12 Portland Cement	Material	kg	P		Rp 1.075.00	Rp 0.00	Standard			
13 Aspal Curah	Material	kg	A		Rp 10.510.00	Rp 0.00	Standard			
14 Wheel Loader 1.0 - 1.6 m3	Work	W		1	Rp 381.426.00/h	Rp 0.00/h	Standard			
15 Asphalt Mixing Plant	Work	A		1	Rp 8.699.511.00/h	Rp 0.00/h	Standard			
16 Generator set 135 KVA	Work	G		1	Rp 479.785.00/h	Rp 0.00/h	Standard			
17 Dump Truck 7.5 Ton	Work	D		1	Rp 322.111.00/h	Rp 0.00/h	Standard			
18 Asphalt Finisher	Work	A		1	Rp 692.044.00/h	Rp 0.00/h	Standard			
19 Tandem Roller 6 - 8 Ton	Work	T		1	Rp 436.343.00/h	Rp 0.00/h	Standard			
20 Pneumatic Tire Roller 8 - 10 Ton	Work	P		1	Rp 472.455.00/h	Rp 0.00/h	Standard			
21 Asphalt Sprayer 850 l	Work	A		1	Rp 75.045.00/h	Rp 0.00/h	Standard			
22 Compressor 4000 - 6500 l/in	Work	C		1	Rp 192.687.00/h	Rp 0.00/h	Standard			
23 Tanah Tambunan	Material	m3	T		Rp 65.000.00	Rp 0.00	Standard			
24 Aspal Drum	Material	kg	A		Rp 11.177.00	Rp 0.00	Standard			
25 Mayok Tanah	Material	Liter	M		Rp 13.346.00	Rp 0.00	Standard			
26 Sirtu (Quarry)	Material	m3	S		Rp 40.000.00	Rp 0.00	Standard			
27 Vibrator Temper	Work	V		1	Rp 48.839.00/h	Rp 0.00/h	Standard			
28 U-Ditch (50x50x120)	Material	buah	U		Rp 549.651.00	Rp 0.00	Standard			
29 Truck Cane	Work	T		1	Rp 108.425.00/h	Rp 0.00/h	Standard			
30 Pasir Urug	Material	kg	P		Rp 120.000.00	Rp 0.00	Standard			
31 Geotextile Clay Liner	Material	Lembar	G		Rp 80.000.00	Rp 0.00	Standard			

Gambar 4.8. Sumber Daya yang dibutuhkan Selama Proyek
Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

10. Menentukan jenis sumber daya yang dibutuhkan untuk masing-masing pekerjaan.

Setelah menginput semua sumber daya dan biayanya pada menu *resource sheet* langkah selanjutnya ialah menginput kebutuhan sumber daya sesuai pekerjaan masing-masing yang telah dianalisa dari setiap metode pekerjaan yang berisi pekerja, material, dan alat berat (Tabel 4.14). Pengisian dilakukan dengan cara

- a. Pilih jenis pekerjaan yang ada di kolom **Task Name**;
- b. Pilih menu **Resource > Assign Resource**
- c. Pilih sumber daya yang dibutuhkan pada kolom **Resource Name**;
- d. Masukkan jumlah kebutuhan sumber daya pada kolom **Units** (Gambar 4.9); dan
- e. Klik tombol **Assign**



Gambar 4.9. Menginput Resources ke Task Name

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Dengan mengisikan kebutuhan sumber daya masing-masing pekerjaan maka secara otomatis *Microsoft Project Manager 2016* akan mengkalkulasikan biaya dari masing-masing pekerjaan. Dengan susunan hubungan antar pekerjaan yang ada sebaran alat berat juga harus dipertimbangkan mengingat ada pekerjaan yang membutuhkan alat berat yang sama. Kemungkinan terjadi *overlocated* alat berat maupun pekerja seringkali terjadi. Hal ini mengakibatkan biaya semakin bertambah dan tentunya durasi pekerjaan akan semakin lama mengingat tumpang tindih sumber daya yang tidak terdistribusi secara merata.

4.4.2. Optimasi Jadwal Proyek

Mengingat hubungan antar pekerjaan yang saling terkait keberadaan sumber daya yang tidak merata sering kali terjadi. Oleh karena itu diperlukan adanya optimasi jadwal proyek dilakukan untuk mengevaluasi kebutuhan sumber daya dan waktu pekerjaan yang dibutuhkan dari jaringan kerja yang telah dibuat. Sehingga dalam penggunaan sumber daya dan waktu kerja dapat optimal. Dalam studi ini optimasi dilakukan terhadap penggunaan alat berat dan pekerja sehingga jumlah yang akan digunakan harus seefisien mungkin dan tidak mengalami fluktuasi yang tinggi dari waktu ke waktu.

Proses optimasi dalam *Microsoft Project Manager 2016* dapat dilakukan dengan cara *Resource levelling*, dimana *Resource Levelling* ini berfungsi untuk mengatur jumlah kebutuhan alat berat agar tidak mengalami *overlocate* dan meminimalisasi tidak meratanya penggunaan *resource* selama proyek berlangsung. *Resource* yang dimaksud disini adalah tenaga kerja proyek konstruksi. *Resource leveling* biasanya dilakukan dengan menunda kegiatan tidak kritis selama *float* yang dimiliki masih ada. *Resource leveling* memiliki tujuan

untuk pemeratakan jumlah penggunaan *resource* tanpa meningkatkan atau menambah durasi waktu kegiatan.

Tujuan dari *resource leveling* adalah untuk menjadwalkan kegiatan pada proyek yang disesuaikan dengan ketersediaan *resource* dan pola penyebaran yang logis, sehingga durasi proyek tidak berlebihan. Variasi penyebaran *resource* dari satu periode ke periode lainnya diusahakan dapat tetap pada suatu batas minimum kebutuhannya, sehingga hasil yang dicapai dapat memenuhi sesuai dengan kemampuan dan ketersediaan *resource* yang ada (Husen, 2011).

Hal lain yang perlu diperhatikan dalam *resource leveling* adalah mengidentifikasi *resource* yang terbatas dan dibutuhkan untuk seluruh jumlah durasi dari suatu proyek. Ini karena alokasi *resource* yang langka dan ketersediaannya terbatas harus diprioritaskan. Bila ketersediaannya tidak mencukupi, maka pengadaannya akan membutuhkan biaya lebih tinggi. *Resource leveling* dimaksudkan agar alokasi tingkat pemakaian *resource* dapat diketahui sehingga penyelesaian proyek menjadi lebih logis. Dalam *resource leveling*, biasanya durasi proyek dianggap tetap, sedangkan jumlah *resource* diatur sedemikian rupa sehingga sesuai dengan ketersediaan (Husen, 2011). Salah satu *software* yang bisa digunakan untuk analisis *resource leveling* adalah Microsoft project.

Untuk melakukan pengecekan, dapat digunakan menu *View > Resource Usage*. Dengan ini dapat ditemukan berapa banyak waktu yang diperlukan oleh setiap sumber daya untuk bekerja pada kegiatan yang spesifik dan melihat apakah sumber daya tersebut sudah *overallocated* (melebihi kapasitasnya). Jadi tenaga kerja dikatakan *overallocated* apabila mendapat beban kerja yang melebihi kapasitas kerjanya. Beban kerja yang naik turun dengan curam dapat diratakan dengan menggunakan *tolls* yang tersedia pada program *MS Project*. *Resource* yang dialokasikan berlebih dan mengalami fluktuasi akan berwarna merah.

Hal ini dapat dilihat dari menu *View*, klik *Resource Sheet*. *Resource Levelling* dapat dilakukandengan memilih menu *tools > level resource*, kemudian kita dapat menentukan perataan sumber daya terbaik. Dalam mengoptimasi jadwal proyek harus dilakukan dengan dua tahap, yaitu dengan cara *automatically* dan manual. Cara *automatically* adalah dengan *Resource Levelling*, sedangkan cara manual adalah dengan merubah durasi pekerjaan dan hubungan ketergantungan pekerjaan. Untuk mengubah *Overallocated Resource*, sehingga dapat menjadi benar kembali, dapat dilakukan secara otomatis yaitu melalui *Levelling Resource* ataupun secara manual.

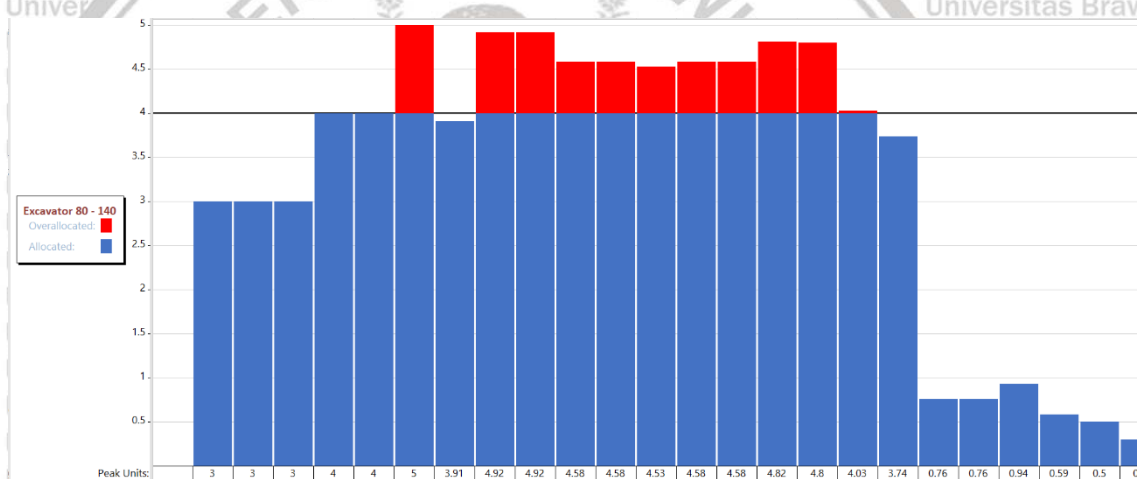
Konsekuensi dengan cara otomatis adalah perubahan waktu kerja (penjadwalan dari sumber daya tersebut). *MS Project 2016* dapat melakukan secara otomatis dengan cara:

1. Pilih menu *Resource* > pilih bagian *Levelling Option* sebuah tampilan dialog bernama *Resource Levelling* akan muncul.
2. Pada *field Levelling Calculations* pilih *Automatic*, pada *Drop-down* menu *Look for overallocation* pilih *Day-by-day*, *Clear Levelling Values* check box harus tercentang, digunakan acuan hari Day by day. Karena hal ini disesuaikan dengan satuan hari yang digunakan.

Clear leveling values before leveling, apabila kotak cek ini diaktifkan maka sebelumnya akan dihilangkan dan diganti dengan leveling yang baru.

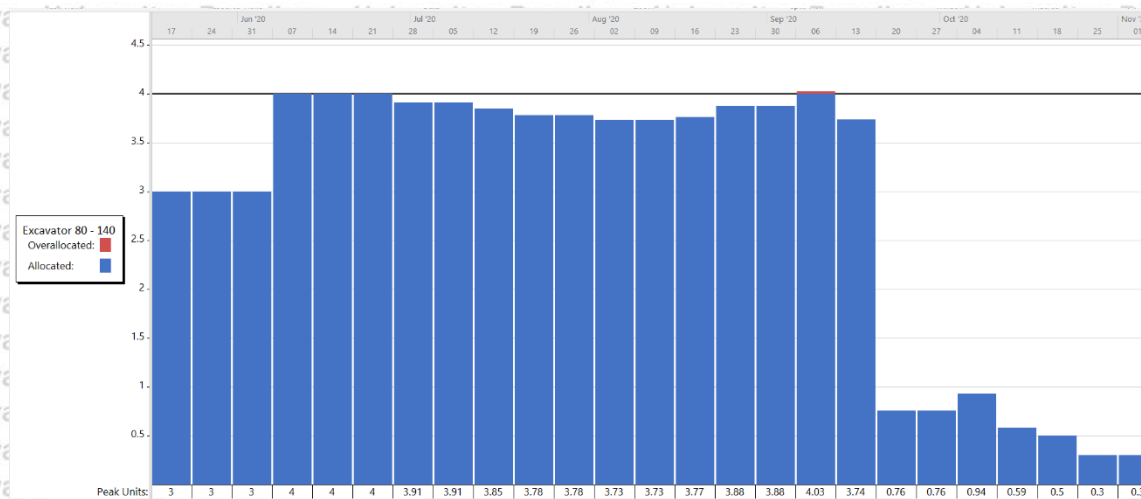
- *Leveling lange for* : area untuk membuat leveling.
- *Entire leveling* : dilakukan untuk satu file proyek penuh
- *Level leveling* : dilakukan hanya pada area tertentu.

Berikut ini adalah beberapa grafik dari penggunaan alat berat sebelum dan setelah dilakukan optimasi.



Gambar 4.10. Grafik *Excavator 80 – 140 Hp* sebelum di optimasi
Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

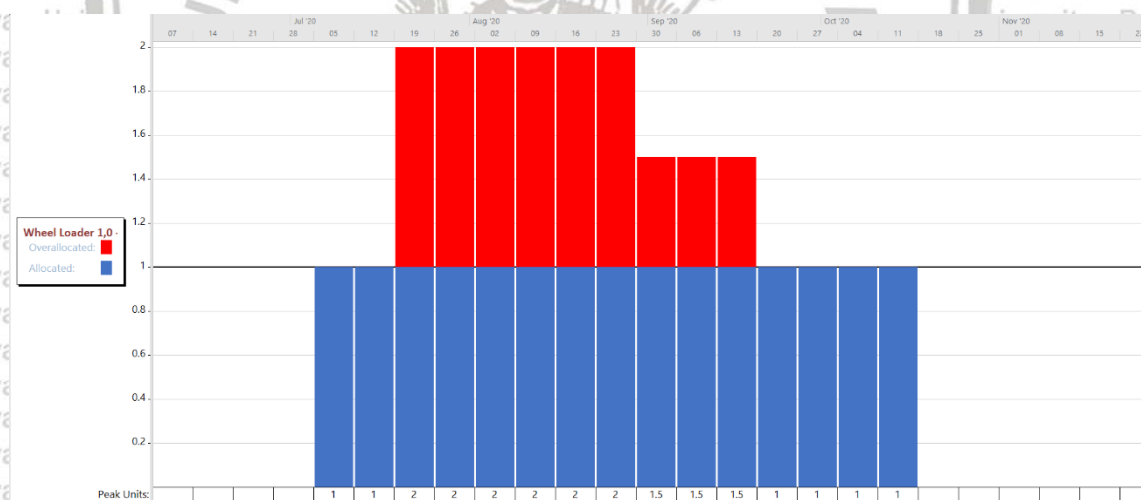
Pemakaian *Excavator 80 – 140 Hp* mengalami overlocated pada tanggal 21 Juni hingga 30 September 2020 (Gambar 4.10). Sehingga diperlukan pemerataan pemakaian *Excavator 80 – 140 Hp* pada pekerjaan yang berjalan seperti pekerjaan galian tanah dan timbunan pada tubuh bendungan, galian tanah *groundsill* dan galian tanah sedimen pada pekerjaan pengerukan sedimen. Untuk lebih jelasnya terkait *ganttt chart* pekerjaan dan sumber daya dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 4.11. Grafik *Excavator 80 – 140 Hp* setelah di optimasi

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

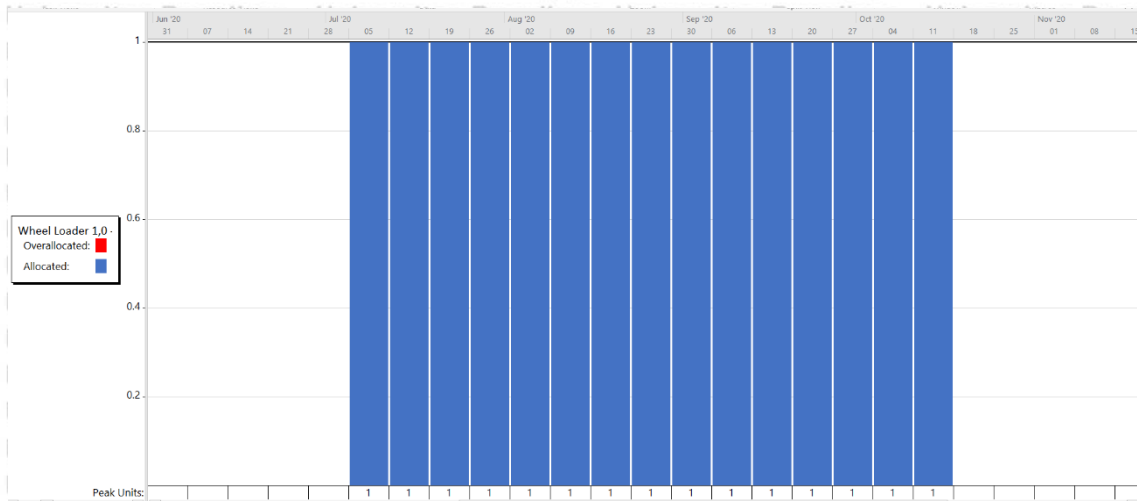
Setelah dilakukan *resource levelling* pada pekerjaan galian tanah dan timbunan pada tubuh bendungan, galian tanah *groundsill* dan galian tanah sedimen pada pekerjaan pengerukan sedimen. Pemakaian *Excavator 80 – 140 Hp* tidak mengalami *overlocated* atau dengan kata lain terdistribusi secara merata (Gambar 4.11) . Untuk lebih jelasnya terkait *gantt chart* pekerjaan dan sumber daya dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 4.12. Grafik *Wheel Loader 1,0 m³* sebelum di optimasi

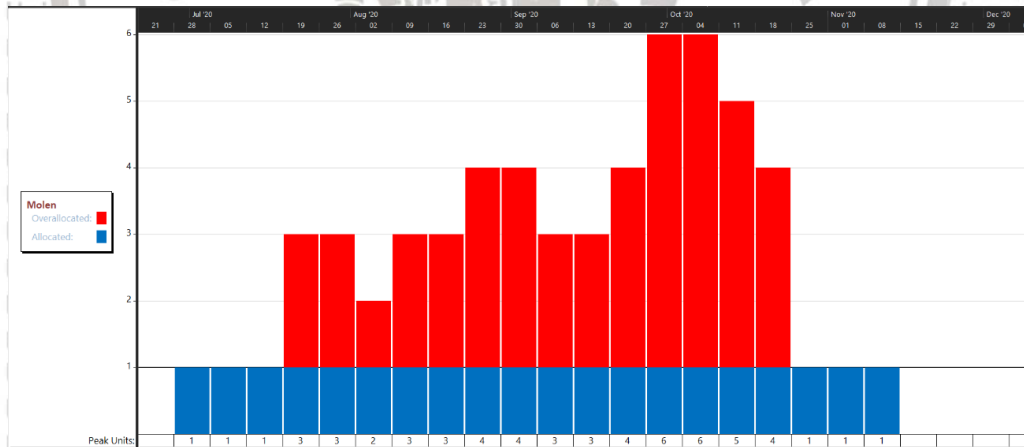
Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Pemakaian *Wheel Loader 1,0 m³* mengalami *overlocated* pada tanggal 19 Agustus – 13 Oktober (Gambar 4.12). Sehingga diperlukan pemerataan pemakaian *Wheel Loader 1,0 – 1,6 m³* pada pekerjaan pengaspalan seperti Pengaspalan AC-WC 3 cm AC-BC 5 cm, dan Sirtu 20 Cm. Untuk lebih jelasnya terkait *gantt chart* pekerjaan dan sumber daya dapat dilihat pada lampiran.



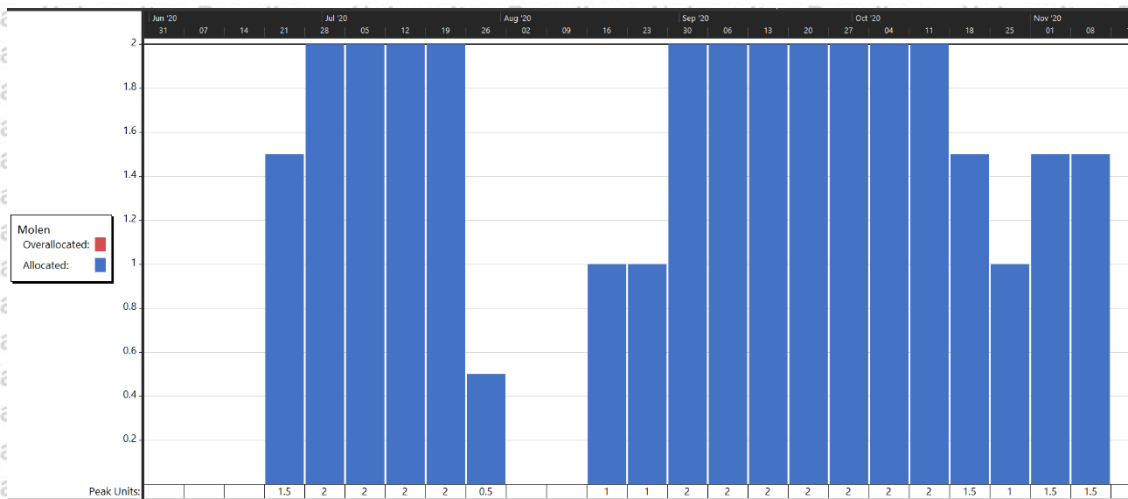
Gambar 4.13. Grafik *Wheel Loader 1,0 m³* setelah di optimasi
Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Setelah dilakukan *resource levelling* pada pekerjaan pengaspalan yang memakai alat *Wheel Loader 1,0 m³* seperti Pengaspalan AC-WC 3 cm AC-BC 5 cm, dan Sirtu 20 cm. Pemakaian *Wheel Loader 1,0 m³* tidak mengalami *overlocated* atau dengan kata lain terdistribusi secara merata (Gambar 4.13). Untuk lebih jelasnya terkait *ganttt chart* pekerjaan dan sumber daya dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 4.14. Grafik Molen sebelum di optimasi
Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Pemakaian *molen* mengalami *overlocated* pada tanggal 19 Agustus hingga 18 November 2020 (Gambar 4.14). Sehingga diperlukan pemerataan pemakaian *molen* pada pekerjaan pembetonan seperti Beton *Cyclop K-175*, Pasangan Beton K-125 dan K-175, pada lingkup pekerjaan *groundsill* dan *Spillway* serta Pasangan Batu kali 1 : 4 pada pembuatan tandon air. Untuk lebih jelasnya terkait *ganttt chart* pekerjaan dan sumber daya dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 4.15. Grafik Molen setelah di optimasi
Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Setelah dilakukan *resource levelling* pada pekerjaan pembetonan seperti Beton Cyclop K-175, Pasangan Beton K-125 dan K-175, pada lingkup pekerjaan *groundsill* dan *Spillway* serta Pasangan Batu kali 1 : 4 pada pembuatan tandon air. Pemakaian *molen* tidak mengalami *overlocated* atau dengan kata lain terdistribusi secara merata. Untuk lebih jelasnya terkait *gant chart* pekerjaan dan sumber daya dapat dilihat pada lampiran. Untuk alat berat lainnya dapat dilihat pada lampiran.

Setelah melakukan optimasi dengan cara mengatur ulang durasi kegiatan dan hubungan ketergantungan antar pekerjaan, maka diperoleh durasi dan total biaya, yang dapat dicari secara otomatis dengan cara Pilih menu **Project > Project Information** (Gambar 4.16); dan Klik tombol **Statistic**.



The screenshot displays the Microsoft Project interface. The task list on the left shows a sequence of tasks related to 'PEKERJAAN BENDU' and 'PEKERJAAN PUNCAK BENDUNGAN'. A red dashed line highlights a path through the tasks, starting from 'PEKERJAAN BENDU' (Task 0) and ending at 'PEKERJAAN PUNCAK BENDUNGAN' (Task 19). A red arrow points to the 'Actual Cost' field in the task list, which is highlighted with a red dashed box. A context menu is open over the 'Actual Cost' field, showing options like 'Detail Styles...', 'Work', 'Actual Work', 'Cumulative Work', 'Baseline Work', 'Cost', 'Actual Cost', and 'Show Timeline'.

Task ID	Task Name	Work	Duration	Start	Finish	Details	13/08	September	October			
0	PEKERJAAN BENDU	5,837.374	23d4d	on 30/03/20	ed 18/11/20	Cost	Rp 1,501,940,290.07	Rp 1,419,639,311.85	Rp 1,416,568,139.78	Rp 913,072,023.78	Rp 305,761,519.33	Rp 212,639,617.10
1	Mobilisasi Alat	0d 23d4d	Mon 30/03/20	Ved 18/11/20	Cost			12,121.21	Rp 212,121.21	Rp 212,121.21	Rp 212,121.21	Rp 212,121.21
2	Demobilisasi Alat	0d 21d	Thu 29/03/20	Aed 18/11/20	Cost							
3	Utizer/pengukuran	0d 231d	Thu 02/04/20	Aed 18/11/20	Cost			12,121.21	Rp 212,121.21	Rp 212,121.21	Rp 212,121.21	Rp 212,121.21
4	Papan nama proyek	0d 14d	Von 06/04/20	Sun 19/04/20	Cost							
5	Direksi Keet	0d 28d	Von 06/04/20	Sun 03/05/20	Cost							
6	Perengkapan K3	0d 28d	Von 06/04/20	Sun 17/05/20	Cost							
7	Bongkaran	364d 49d	Mon 04/05/20	Sun 21/06/20	Cost							
8	Pasangan Batu Puncak Bendungan	364d 49d	04/05/20	Sun 21/06/20	Cost							
9	PEKERJAAN PUNCAK BENDUNGAN	2,932.45d	150d	Mon 22/06/20	Ved 18/11/20	Cost	Rp 1,241,150,048.27	Rp 1,204,275,681.82	Rp 1,203,696,804.96	Rp 119,456,993.52	Rp 34,222,358.89	Rp 212,639,617.10
10	Galian Tanah (Alat Berat)	182.75d	126d	Mon 04/07/20	22/06/20	Cost	Rp 9,709,406.00	Rp 1,529,558.00	Rp 166,250.00	Rp 166,250.00	Rp 166,250.00	Rp 166,250.00
11	Timbunan Tanah Mendatarangan (Alat Berat)	416.85d	126d	Mon 08/11/20	06/07/20	Cost	Rp 8,706,669.56	Rp 12,549,093.56	Rp 13,024,497.56	Rp 9,794,977.56	Rp 8,514,169.56	Rp 8,541,669.56
12	Peraphan batu kosong (Ijo rap)	640.25d	126d	Mon 15/11/20	13/07/20	Cost	Rp 2,006,250.00	Rp 2,250,000.00	Rp 2,116,250.00	Rp 2,438,750.00	Rp 2,323,750.00	Rp 2,207,500.00
13	Pengaspalan puncak	1,340.83d	96d	Mon 06/07/20	Sun 11/10/20	Cost	Rp 1,214,150,048.27	Rp 1,204,275,681.82	Rp 1,203,696,804.96	Rp 101,805,442.22	Rp 106,586,990.63	Rp 212,639,617.10
14	Aspal AC-WC tebal 3 cm	374.02d	70d	Mon 03/08/20	Mon 11/10/20	Cost	Rp 605,517,466.43	Rp 607,065,970.43	Rp 607,077,370.43	Rp 616,519,094.43	Rp 106,586,990.63	Rp 21,359,856.00
15	Aspal AC-BC tebal 5 cm	374.77d	56d	Mon 13/09/20	20/07/20	Cost	Rp 591,383,266.25	Rp 591,429,816.25	Rp 591,417,466.25	Rp 84,515,709.46		
16	Lapis perekat (tack coat)	135.52d	49d	Mon 13/09/20	27/07/20	Cost	Rp 5,001,518.29	Rp 5,071,818.29	Rp 5,201,968.29	Rp 770,638.33		
17	Lapis resap (prime coat)	130.77d	49d	Mon 13/09/20	23/08/20	Cost	Rp 5,002,138.00	Rp 708,076.86				
18	Situs (sub grade) 20 cm	325.75d	49d	Mon 23/08/20	06/07/20	Cost	Rp 7,245,659.31					

Gambar 4.17. Tampilan Task Usage Optimasi Sumber Daya
Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Tabel 4.14.

RAB Proyek Setelah di Optimasi Sumber Daya

PEKERJAAN	BIAYA
Pekerjaan Persiapan	
Mobilisasi Alat	Rp 7.000.000,00
Demobilisasi Alat	Rp 7.000.000,00
Uitzet/Pengukuran	Rp 7.000.000,00
Papan Nama Proyek	Rp 500.000,00
Direksi Keet	Rp 12.000.000,00
Perlengkapan K3	Rp 1.000.000,00
Pekerjaan Pembongkaran Bendungan	
Bongkaran Pasangan Batu Puncak Bendungan	Rp 21.980.000,00
Pekerjaan Tubuh Bendungan	
Galian Tanah (Alat Berat)	Rp 43.454.758,00
Timbunan Tanah Mendatangkan (Alat Berat)	Rp 129.910.197,68
Perapihan Batu Kosong (Rip Rap)	Rp 50.563.750,00
Pengaspalan Puncak Tubuh Bendungan	
Aspal AC-WC Tebal 3 Cm	Rp 4.219.248.831,00
Aspal AC-BC Tebal 5 Cm	Rp 4.604.447.616,00
Lapis Perekat (Tack Coat)	Rp 35.373.178,00
Lapis Resap (Prime Coat)	Rp 35.016.266,00
Sirtu (Sub Grade) 20 Cm	Rp 301.402.666,00
Pemasangan Saluran Drainase Jalan Pada Puncak Bendungan	
<i>U-Ditch</i> (50x50x120) K-350	Rp 54.771.456,00
Pemasangan Filter	
Lapisan Pasir	Rp 6.830.000,00
Pemasangan Lapis Geosintetic Clay Liner	Rp 11.110.000,00
Pekerjaan Pengerukan Sedimen	
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	Rp 937.166.222,32
Buangan Tanah Jarak 1-2 Km	Rp 606.669.800,00
Buangan Tanah Jarak 2-5 Km	Rp 1.777.893.480,00
Pekerjaan Bangunan Air	
<i>Groundsill Subdta 1</i>	
Beton Cyclop K-175	Rp 13.570.007,00
Pasangan Beton K-175	Rp 4.172.823,00
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	Rp 45.310.906,40
Timbunan Tanah Kembali	Rp 1.218.750,00
Plesteran 1:3	Rp 5.097.350,00

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Lanjutan Tabel 4.14
RAB Proyek Setelah di Optimasi Sumber Daya

PEKERJAAN	BIAYA
Groundsill Subdta 2,A	
Beton Cyclop K-175	Rp 11.097.011,00
Pasangan Beton K-175	Rp 4.773.725,00
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	Rp 38.241.374,00
Timbunan Tanah Kembali	Rp 1.388.750,00
Plesteran 1:3	Rp 4.580.200,00
Groundsill Subdta 2,B	
Beton Cyclop K-175	Rp 6.922.481,00
Pasangan Beton K-175	Rp 3.549.379,00
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	Rp 18.887.562,00
Timbunan Tanah Kembali	Rp 502.500,00
Plesteran 1:3	Rp 4.031.275,00
Ambang Lebar Saluran Irigasi	
Pasangan Beton K-175	Rp 5.787.701,00
Peilscale	Rp 1.500.000,00
Bangunan Air Baku (Tandon)	
Pasangan Batu Kali 1 : 4	Rp 3.945.675,00
Pasangan Beton K-125	Rp 3.487.477,00
Pasangan Beton K-175	Rp 6.931.550,00
Pompa Sentrifugal	Rp 30.000.000,00
Bronjong	
Pemasangan Bronjong Pabrikasi	Rp 24.731.250,00
Galian Tanah (Alat Berat)	Rp 124.213.162,00
<i>Geo Textile Non Woven</i>	Rp 13.670.000,00
Spillway	
Beton K-225	Rp 12.980.320,00
Beton Cyclop K-175	Rp 27.101.288,00
Galian Tanah (Alat Berat)	Rp 35.810.111,60
Timbunan Tanah Kembali	Rp 3.630.000,00
Pekerjaan Saluran Drainasi (Jalan)	
<i>U-Ditch</i> (80x60x120) K-350	Rp 38.297.352,00
Pekerjaan Walkway	
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	Rp 30.000.718,00
Paving dan Kanstin	Rp 136.576.000,00

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Lanjutan Tabel 4.14

RAB Proyek Setelah di Optimasi Sumber Daya

PEKERJAAN	BIAYA
Pekerjaan Instrumentasi Keamanan Bendungan	
Penyediaan dan Pemasangan patok geser	Rp 1.500.000,00
Pemasangan V-Notch	Rp 30.000.000,00
Penyediaan dan pemasangan pisometer	Rp 599.700.000,00
Penyediaan dan Pemasangan pipa udara	Rp 2.000.000,00
Penyediaan dan Pemasangan Stop log	Rp 62.361.470,91
BIAYA TOTAL	Rp 14.227.906.389,91

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

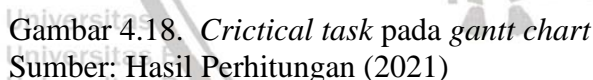
Dari hasil optimasi didapat:

1. Waktu penyelesaian proyek mengalami percepatan selama 6 hari menjadi 234 hari. Dimana sebelum dilakukan optimasi , pekerjaan selesai pada tanggal 24 November 2021 Sedangkan setelah dilakukan optimasi pekerjaan selesai pada tanggal 18 November 2021 (Gambar 4.16).
2. Rencana Anggaran biaya yang dikeluarkan mengalami penurunan dikarenakan penggunaan alat berat yang efisien. Dimana sebelum dilakukan optimasi membutuhkan biaya sebesar Rp. 15.542.933.000,00 (Lima Belas Milyar Lima Ratus Empat Puluh Dua Juta Sembilan Ratus Tiga Puluh Tiga Ribu Rupiah). Sedangkan setelah dilakukan optimasi biaya yang dibutuhkan sebesar Rp. 14.227.907.000,00 (Empat Belas Milyar Dua Ratus Dua Puluh Tujuh Juta Sembilan Ratus Tujuh Ribu Rupiah) (Gambar 4.16).
3. Tidak terjadi *overlocated* antara kebutuhan sumber daya dengan ketersediaan sumber daya. Fluktuasi penggunaan alat berat yang lebih baik dibandingkan dengan kondisi sebelum dilakukan optimasi.

4.3. Lintasan Kritis

Dalam melakukan percepatan jadwal proyek hal pertama yang harus dilakukan adalah memastikan bahwa durasi setiap pekerjaan telah sesuai dengan yang direncanakan dan hubungan ketergantungan antar pekerjaan merupakan yang paling efektif. Sehingga tidak ada waktu, biaya dan sumber daya yang terbuang sia-sia. Analisis percepatan jadwal proyek bertujuan untuk mengetahui jenis pekerjaan yang sangat berpengaruh terhadap keseluruhan proyek atau pekerjaan yang berada pada lintasan kritis agar dapat dilakukan percepatan jadwal proyek pelaksanaan Rehabilitasi Bendungan Simo.

- Klik kanan pada area **gantt chart**;
- Klik **Show/Hide Bar Style**;
- Klik pilihan **Critical Task**; warna merah pada gantt chart menunjukkan pekerjaan yang menjadi lintasan kritis (Gambar 4.18).



Tabel 4.15.
Lintasan Kritis

No.	Jenis Pekerjaan
1	Pekerjaan Persiapan
1	Mobilisasi Alat
2	Demobilisasi Alat
3	Uitzet/Pengukuran

Lanjutan Tabel 4.15. Lintasan Kritis

No.	Jenis Pekerjaan
4	Direksi Keet
II	Pekerjaan Pembongkaran Bendungan
1	Bongkaran Pas. Batu Drainase Puncak Bendungan
III	Pekerjaan Tubuh Bendungan
1	Pemasangan Filter Lapisan Pasir
	Pemasangan Lapis Geosintetic Clay Liner

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

4.4. Analisis Penjadwalan Setelah Durasi Proyek Dipercepat

Berdasarkan hasil analisis, alternatif yang akan digunakan untuk mempercepat jadwal pelaksanaan Rehabilitasi Bendungan Simo adalah dengan menerapkan kerja lembur dan penambahan jumlah alat berat.

4.4.1. Percepatan Jadwal Proyek Dengan Penambahan Jam Kerja

Alternatif penambahan jam kerja atau lembur dilakukan untuk mempercepat jadwal keseluruhan proyek. Perhitungan percepatan dengan penambahan jam kerja memiliki beberapa parameter sebagai berikut:

1. Jam kerja normal yang diterapkan pada Rehabilitasi Bendungan Simo adalah 8 jam per hari selama 7 hari dalam seminggu.
2. Berdasarkan surat keputusan menteri tenaga kerja NO.KEP 72 / MEN / 84 tentang dasar perhitungan upah lembur (*over time*) waktu kerja lembur maksimum adalah 3 jam dalam 1 hari dan 14 jam dalam 1 minggu.
3. Upah tenaga kerja lembur berdasarkan surat keputusan menteri tenaga kerja No.Kep 72/ MEN/ 84 tentang dasar perhitungan upah lembur (*over time*) adalah sebagai berikut:
 - a. Untuk jam kerja lembur 1 jam pertama, upah yang harus dibayarkan sebesar 150% dari upah normal.
 - b. Untuk jam kerja lembur setelah lebih dari 1 jam pertama, upah yang harus dibayarkan sebesar 200% dari upah normal.
4. Efisiensi kerja lembur adalah 80%

Dengan menerapkan parameter-parameter di atas maka upah yang harus dibayarkan kepada pekerja tidak sama dengan upah dasar yang telah di dapatkan, sehingga perlu dilakukan analisis terhadap perubahan upah dasar akibat penambahan jam kerja. Untuk memudahkan perhitungan upah lembur pekerja, maka dibuat tabel perhitungan sesuai

NO.KEP 72 / MEN / 84 tentang dasar perhitungan upah lembur (*over time*) dengan keterangan kolom sebagai berikut (Tabel 4.16):

1. Nomor;
2. Jenis Tenaga Kerja;
3. Upah dasar pekerja/jam (berdasarkan data harga upah dasar);
4. Upah dasar pekerja/hari (berdasarkan data harga upah dasar);
5. Upah satu jam pertama kerja lembur ($150\% \times \text{upah dasar}$);
6. Upah/jam setelah satu jam pertama kerja lembur ($200\% \times \text{upah dasar}$);
7. Jumlah upah lembur selama tiga jam ($\text{kolom 4} + (\text{kolom 5} \times 2)$); dan
8. Upah/jam dalam satu hari setelah dilakukan kerja lembur selama empat jam ($(\text{kolom 6} + (\text{kolom 3} \times 7))/11$).

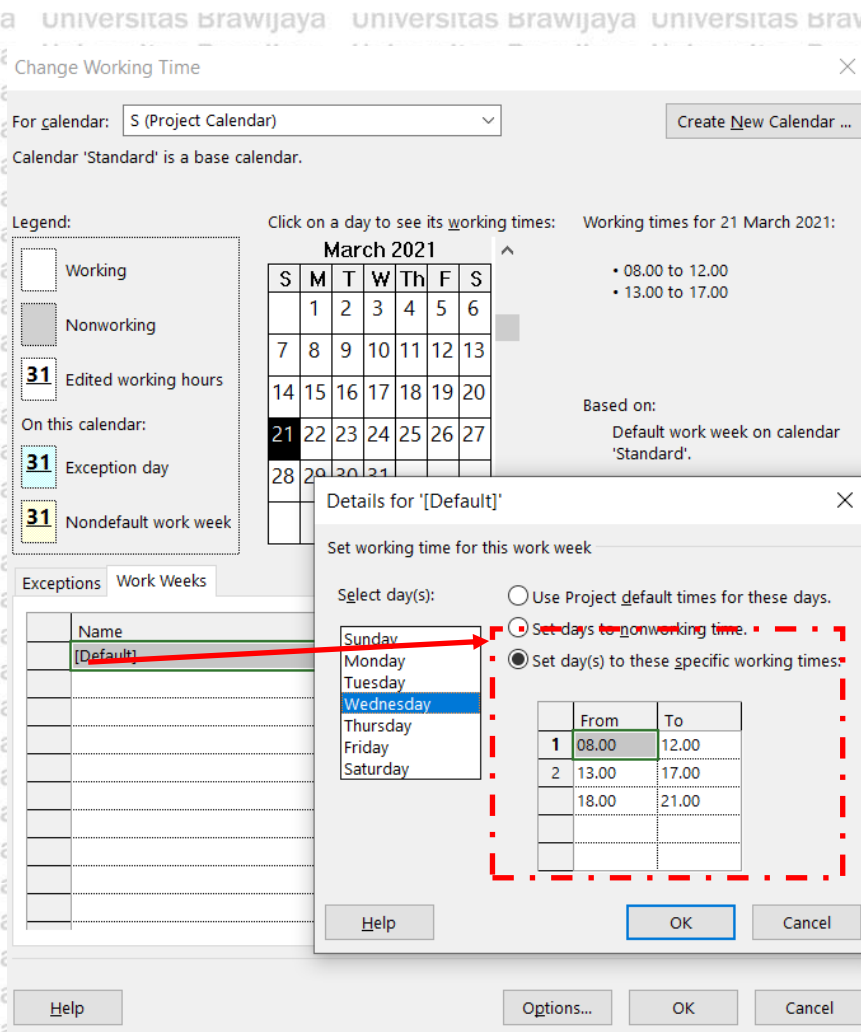
Tabel 4.16.
Perhitungan Upah Kerja Lembur

No	Tenaga Kerja	Upah Dasar			Upah Lembur	
		Rp/ Jam	Jam I	Jam II - III	(Rp)	Rp/ Jam
1	2	3	4	5	6	7
1	Pekerja	6.875,00	10.312,50	13.750,00	37.812,50	8.437,50
2	Mandor	11.875,00	17.812,50	23.750,00	65.312,50	14.573,86
3	Tukang Batu	11.250,00	16.875,00	22.500,00	61.875,00	13.806,82
4	Tukang Gali	11.250,00	16.875,00	22.500,00	61.875,00	13.806,82
5	Kepala Tukang	11.875,00	17.812,50	23.750,00	65.312,50	14.573,86

Sumber: Perhitungan (2021)

Setelah dilakukan perhitungan upah kerja lembur dan didapat upah lembur per jam maka langkah selanjutnya adalah :

1. Merubah kalender kerja sesuai rencana lembur untuk menyesuaikan dengan hari kerja dan jam kerja yang direncanakan pada proyek maka dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:
 - a. Pilih menu **Project > Change Working Time**;
 - b. Pilih tab **Work Weeks > Details**;
 - c. Pada **select day (s)**, pilih **Sunday s/d Saturday > Set day (s) these specific working times**; untuk hari lembur bebas
 - d. Mengisi jam kerja pada kolom Form: 08.00 To: 12.00 dan From: 13.00 To: 17.00 (pada jam 12.00 – 13.00 merupakan jam istirahat) diisikan tambahan waktu lembur maksimal 3 jam/ hari (Gambar 4.19).



Gambar 4.19. Kalender kerja lembur

Sumber: Perhitungan (2021)

Perubahan diatas menunjukkan penambahan 3 jam setiap hari kerja pada hari senin, selasa, rabu, kamis, dan 2 jam pada hari jumat. Sehingga dalam hal ini pekerjaan menjadi 14 jam/ minggu (Gambar 4.19). Sesuai batas maksimal berdasarkan surat keputusan menteri tenaga kerja NO.KEP 72 / MEN / 84 tentang dasar perhitungan upah lembur (*over time*) waktu kerja lembur maksimum adalah 3 jam dalam 1 hari dan 14 jam dalam 1 minggu.

2. Menambahkan upah lembur pada kolom **Ovt. Rate** berdasarkan hasil analisa perhitungan sesuai surat keputusan menteri tenaga kerja NO.KEP 72 / MEN / 84 tentang dasar perhitungan upah lembur (*over time*) (Tabel 4.16). Pada aplikasi dilakukan dengan cara Pilih menu **View > Resource Sheet** (Gambar 4.20).

Resource Name	Type	Material Label	Initials	Group	Max Units	Std. Rate	Ovt. Rate	Cost/Use	Accrue At	Base Calendar	Code
1 Pekerja	Work		P		15	Rp 6,875.00/h	Rp 8,437.50/h	Rp 0.00	Prorated	Standard	
2 Mandor	Work		M		7	Rp 11,875.00/h	Rp 14,573.86/h	Rp 0.00	Prorated	Standard	
3 Tukang Batu	Work		T		25	Rp 11,250.00/h	Rp 13,806.82/h	Rp 0.00	Prorated	Standard	
4 Tukang Tembok/Gali	Work		T		3	Rp 11,250.00/h	Rp 13,806.82/h	Rp 0.00	Prorated	Standard	
5 Tukang Las	Work		T		3	Rp 11,250.00/h	Rp 13,806.82/h	Rp 0.00	Prorated	Standard	
6 Kepala Tukang	Work		K		5	Rp 11,875.00/h	Rp 14,573.86/h	Rp 0.00	Prorated	Standard	
7 Excavator 80 - 140 Hp	Work		E		7	Rp 320,202.00/h	Rp 0.00/h	Rp 0.00	Prorated	Standard	
8 Dump Truck 12 Ton	Work		D		12	Rp 250,690.00/h	Rp 0.00/h	Rp 0.00	Prorated	Standard	
9 Baby Roller	Work		B		2	Rp 60,081.00/h	Rp 0.00/h	Rp 0.00	Prorated	Standard	
10 Batu Pecah 05-20 mm	Material	m3	B			Rp 197,947.00		Rp 0.00	Prorated	Standard	
11 Batu Pecah 00-05 mm	Material	m3	B			Rp 197,947.00		Rp 0.00	Prorated	Standard	
12 Portland Cement	Material	kg	P			Rp 1,075.00		Rp 0.00	Prorated	Standard	
13 Aspal Curah	Material	kg	A			Rp 10,510.00		Rp 0.00	Prorated	Standard	
14 Wheel Loader 1,0 - 1,6 m3	Work		W		2	Rp 381,426.00/h	Rp 0.00/h	Rp 0.00	Prorated	Standard	
15 Aspalat Mixing Plant	Work		A		2	Rp 8,699,511.00/h	Rp 0.00/h	Rp 0.00	Prorated	Standard	
16 Generator set 135 KVA	Work		G		2	Rp 19,991.00/h	Rp 0.00/h	Rp 0.00	Prorated	Standard	

Gambar 4.20. Memasukkan upah lembur pada menu *Resources Sheet*
Sumber: Perhitungan (2021)

Penambahan jam kerja pelaksanaan Rehabilitasi Bendungan Simo berpengaruh terhadap waktu pelaksanaan yang mengalami percepatan di akibatkan oleh bertambahnya jam kerja yang menyebabkan meningkatnya produktifitas. Sedangkan untuk biaya keseluruhan akan penambahan perubahan dikarenakan harus memperhitungkan upah lembur. Berikut hasil perhitungan durasi dan biaya keseluruhan secara otomatis dari *Microsoft Project Manager 2016* (Gambar 4.21).

Project Information for "REHABILITASI BENDUNGAN SIMO (PMJ-CW-2) KAB..."

Start date: Mon 30/03/20 Current date: Wed 31/03/21
 Finish date: Wed 18/11/20 Status date: NA
 Schedule from: Project Start Date Calendar:
 All tasks begin as soon as possible. Priority: 500
 Enterprise Custom Fields
 Department:
 Custom Field Name Value

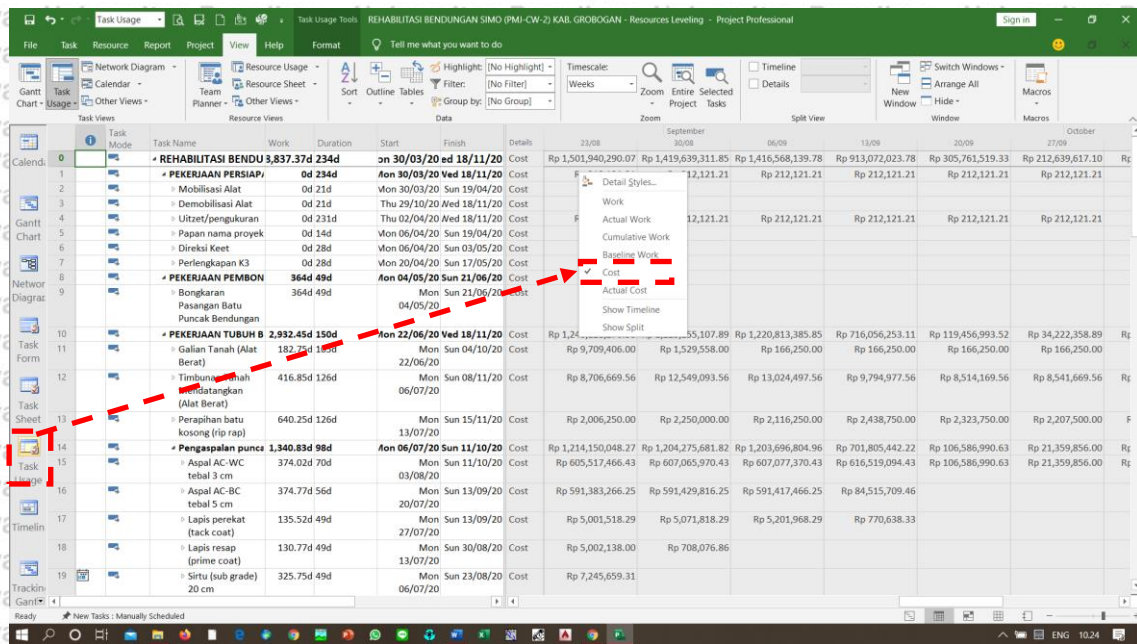
Help Statistics... OK Cancel

Actual 0d Remaining 200d Percent complete: Duration: 0% Work: 0%

Close

Gambar 4.21. Hasil Perubahan Durasi Pekerjaan dan Total Biaya Akibat Lembur
Sumber: Perhitungan (2021)

Untuk *cost* tiap pekerjaan dapat dilihat pada menu *task usage* (Gambar 4.22), lalu pilih tampilan *cost* setelah itu pindahkan data biaya tiap pekerjaan ke *Microsoft Excel* untuk dihitung total rekapitulasi rancangan biaya proyek (Tabel 4.17).



Gambar 4.22. Tampilan Task Usage Akibat lembur
Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Tabel 4.17.
RAB Proyek Setelah Penambahan Jam Kerja

PEKERJAAN	BIAYA
Pekerjaan Persiapan	
Mobilisasi Alat	Rp 7.000.000,00
Demobilisasi Alat	Rp 7.000.000,00
Uitzet/Pengukuran	Rp 7.000.000,00
Papan Nama Proyek	Rp 500.000,00
Direksi Keet	Rp 12.000.000,00
Perlengkapan K3	Rp 100.000,00
Pekerjaan Pembongkaran Bendungan	
Bongkaran Pasangan Batu Puncak Bendungan	Rp 22.262.968,75
Pekerjaan Tubuh Bendungan	
Galian Tanah (Alat Berat)	Rp 60.188.387,00
Timbunan Tanah Mendatangkan (Alat Berat)	Rp 112.808.416,72
Perapihan Batu Kosong (Rip Rap)	Rp 50.961.943,75
Pengaspalan Puncak Tubuh Bendungan	
Aspal AC-WC Tebal 3 Cm	Rp 4.336.662.635,25
Aspal AC-BC Tebal 5 Cm	Rp 4.762.863.408,00
Lapis Perekat (Tack Coat)	Rp 34.695.448,25
Lapis Resap (Prime Coat)	Rp 34.399.886,25
Sirtu (Sub Grade) 20 Cm	Rp 317.760.418,25

Lanjutan Tabel 4.17

RAB Proyek Setelah Penambahan Jam Kerja

PEKERJAAN	BIAYA
Pemasangan Saluran Drainase Jalan	
Pada Puncak Bendungan	
U-Ditch (50x50x120) K-350	Rp 54.812.706,00
Pemasangan Filter	
Lapisan Pasir	Rp 6.889.375,00
Pemasangan Lapis Geosintetic Clay Liner	Rp 11.198.125,00
Pekerjaan Pengerukan Sedimen	
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	Rp 966.204.848,97
Buangan Tanah Jarak 1-2 Km	Rp 616.196.020,00
Buangan Tanah Jarak 2-5 Km	Rp 1.791.430.740,00
Pekerjaan Bangunan Air	
Groundsill Subdta 1	
Beton Cyclop K-175	Rp 13.592.507,00
Pasangan Beton K-175	Rp 4.206.573,00
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	Rp 31.179.324,80
Timbunan Tanah Kembali	Rp 1.345.000,00
Plesteran 1:3	Rp 5.119.850,00
Groundsill Subdta 2,A	
Beton Cyclop K-175	Rp 11.097.011,00
Pasangan Beton K-175	Rp 4.815.287,50
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	Rp 22.908.272,51
Timbunan Tanah Kembali	Rp 1.538.750,00
Plesteran 1:3	Rp 4.602.700,00
Groundsill Subdta 2,B	
Beton Cyclop K-175	Rp 6.922.481,00
Pasangan Beton K-175	Rp 3.549.379,00
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	Rp 18.919.582,20
Timbunan Tanah Kembali	Rp 690.000,00
Plesteran 1:3	Rp 4.053.775,00
Ambang Lebar Saluran Irigasi	
Pasangan Beton K-175	Rp 5.787.701,00
Peilscale	Rp 1.500.000,00
Bangunan Air Baku (Tandon)	
Pasangan Batu Kali 1 : 4	Rp 3.945.675,00
Pasangan Beton K-125	Rp 3.484.664,50
Pasangan Beton K-175	Rp 7.134.050,00
Pompa Sentrifugal	Rp 30.000.000,00
Bronjong	
Pemasangan Bronjong Pabrikasi	Rp 21.951.232,64
Galian Tanah (Alat Berat)	Rp 32.920.592,00
Geo Textile Non Woven	Rp 13.631.187,50

Lanjutan Tabel 4.17

RAB Proyek Setelah Penambahan Jam Kerja

PEKERJAAN	BIAYA
Spillway	
Beton K-225	Rp 12.935.320,00
Beton Cyclop K-175	Rp 27.162.225,50
Galian Tanah (Alat Berat)	Rp 6.511.672,80
Timbunan Tanah Kembali	Rp 3.773.437,50
Pekerjaan Saluran Drainasi (Jalan)	
U-Ditch (80x60x120) K-350	Rp 38.188.133,25
Pekerjaan Walkway	
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	Rp 31.764.228,00
Paving Dan Kanstin	Rp 139.967.875,00
Pekerjaan Instrumentasi Keamanan Bendungan	
Penyediaan Dan Pemasangan Patok Geser	Rp 1.500.000,00
Pemasangan V-Notch	Rp 30.000.000,00
Penyediaan Dan Pemasangan Pisometer	Rp 599.700.000,00
Penyediaan Dan Pemasangan Pipa Udara	Rp 2.000.000,00
Penyediaan Dan Pemasangan Stop Log	Rp 62.361.470,91
Biaya Total	Rp 14.423.695.286,00

Sumber: Perhitungan (2021)

Berdasarkan hasil perhitungan dengan penambahan jam kerja, didapatkan rencana anggaran biaya pelaksanaan Rehabilitasi Bendungan Simo sebesar Rp. 14.423.670.000,00 (Empat Belas Milyar Empat Ratus Dua Puluh Tiga Juta Enam Ratus Tujuh Puluh Ribu Rupiah) dengan durasi pekerjaan selama 200 hari (Gambar 4.21). Dimana rencana anggaran biaya ini lebih besar dari pelaksanaan konstruksi sebelum dilakukan penambahan jam kerja.

Jika dilihat dari kebutuhan sumber daya, tidak terdapat perubahan terhadap kebutuhan sumber daya baik sumber daya pekerja, material, dan alat berat. Hal ini terjadi dikarenakan dalam alternatif ini yang membuat produktifitas pekerja/alat berat bertambah adalah jam kerja dari pekerja/alat berat, sehingga dengan jumlah sumber daya yang sama menghasilkan produktifitas yang lebih besar.

4.4.2. Percepatan Jadwal Proyek Dengan Penambahan Alat Berat

Penambahan alat berat pelaksanaan Rehabilitasi Bendungan Simo memiliki tujuan yang sama dengan penambahan jam kerja, yaitu mempercepat jadwal proyek secara keseluruhan. Salah satu faktor alternatif ini dilakukan ketika dalam suatu proyek tidak memungkinkan dilakukannya kerja lembur. Dalam studi ini alternatif penambahan alat beratakan dijadikan sebagai pembanding dari alternatif penambahan jam kerja, sehingga

dapat diketahui alternatif mana yang lebih optimal untuk percepatan pelaksanaan Rehabilitasi Bendungan Simo.

Percepatan yang dilakukan dalam alternatif ini sama seperti percepatan yang telah dilakukan pada percepatan dengan penambahan jam kerja, yang membedakan dari alternatif sebelumnya adalah untuk meningkatkan produktifitas/alat berat dengan cara menambah jumlah pekerja/alat berat. Sehingga perlu dilakukan analisis penambahan pekerja/alat berat terhadap biaya keseluruhan proyek.

Menentukan jenis sumber daya yang dibutuhkan untuk masing-masing pekerjaan

- Pilih jenis pekerjaan yang ada di kolom **Task Name**;
- Pilih menu **Resource** > **Assign Resource**
- Pilih sumber daya yang dibutuhkan pada kolom **Resource Name**;
- Masukkan penambahan jumlah kebutuhan sumber daya pada kolom **Units**; dan
- Klik tombol **Assign**

Pada pekerjaan yang masuk lintasan kritis dapat dilakukan penambahan alat berat guna mempersingkat waktu (Tabel 4.15). Penambahan alat berat ini juga berpengaruh dalam sebaran penggunaan sumber daya alat berat oleh sebab itu dalam hal ini juga diperlukan tindakan *resources levelling* kembali untuk beberapa alat berat yang mengalami perubahan jumlah maupun jadwal operasional (Tabel 4.18).

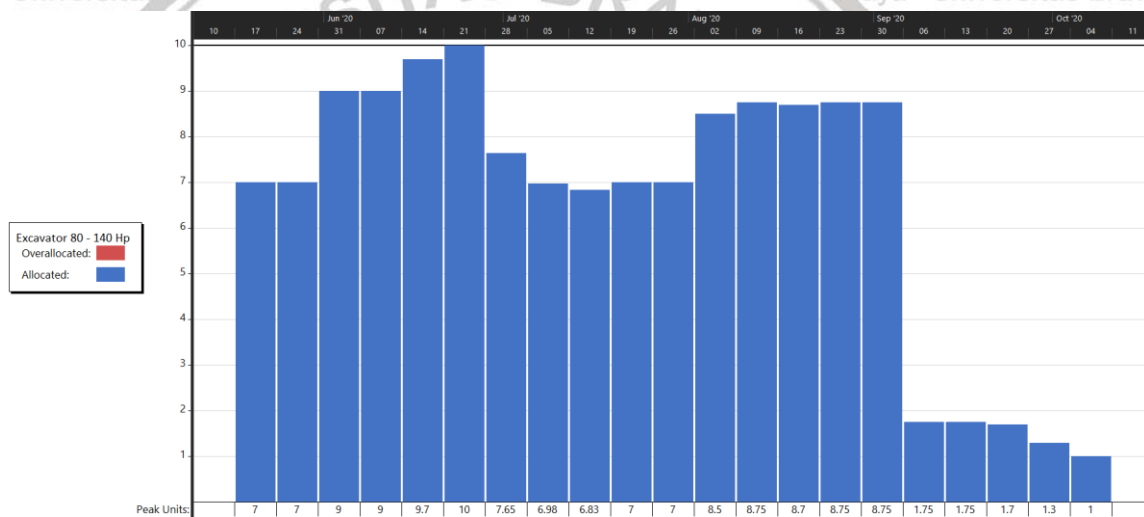
Tabel 4.18.
Penambahan Alat Berat

No	Alat Berat	Awal	Penambahan
1	Excavator 80 - 140 Hp	4	6
2	Baby Roller	1	2
3	Wheel Loader	1	1
4	Asphlat Mixing Plant	1	1
5	Generator Set 135 KVA	2	2
6	Dump Truck 7,5 Ton	1	1
7	Asphlat Finisher	1	1
8	Tandem Roller 6 - 8 Ton	1	1
9	Pneumatic Tire Roller 8 - 10 Ton	1	1
10	Asphalt Sprayer 850 L	1	1
11	Compressor 4000 - 6500 L/m	1	1
12	Dump Truck 12 Ton	12	15
13	Vibrator Plate Tempe	4	4
14	Truck Cane	1	1
15	Molen	2	2
16	Pompa dan conveyor beton	1	1

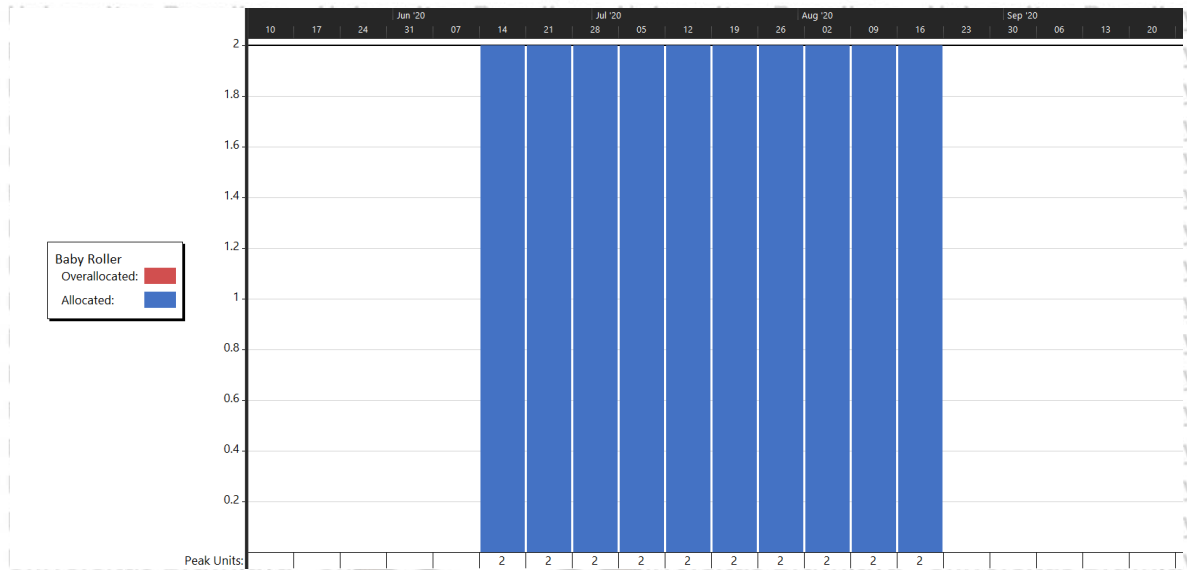
Sumber: Perhitungan (2021)

Penambahan alat berat mempengaruhi grafik sebaran sumber daya selama pelaksanaan pekerjaan sehingga perlu disesuaikan lagi agar tidak terjadi *overlocated* pada sumber daya baik alat berat (*machiners*) ataupun pekerja (*man*). Proses *Resource Levelling* dapat dilakukan dengan memilih menu **tools > level resource**, kemudian kita dapat menentukan perataan sumber daya terbaik atau secara manual dengan mengatur sebaran jam kerja pada menu **resource usage**. Berikut hasil perataan sumber daya pada beberapa alat berat yang mengalami *overlocated* setelah perubahan perencanaan dengan menambahkan alat berat.

Pemakaian *Excavator 80 – 140 Hp* memerlukan *resource levelling* pada pekerjaan galian tanah dan timbunan pada tubuh bendungan, galian tanah dan galian tanah sedimen pada pekerjaan pengerukan sedimen setelah adanya penambahan alat dari 14 alat menjadi 16 alat berat. Sehingga tidak terjadi *overlocated* atau dengan kata lain pemakaian *Excavator 80 – 140 Hp* terdistribusi secara merata (Gambar 4.23).

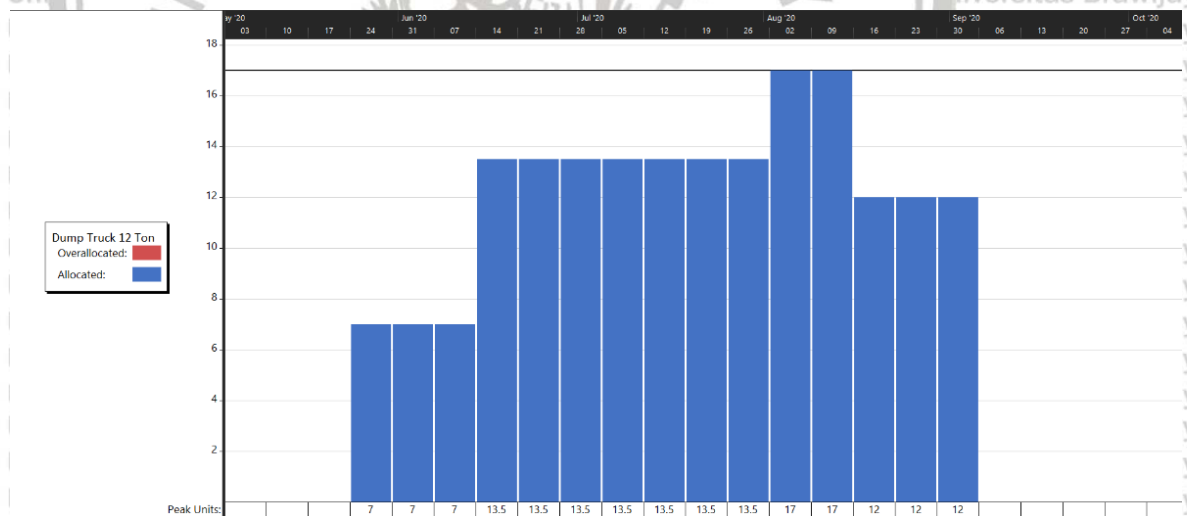


Gambar 4.23. Grafik *Excavator 80 - 140 Hp* Setelah Penambahan Alat
Sumber: Hasil Perhitungan (2021)



Gambar 4.24. Grafik *Baby Roller* Setelah Penambahan Alat
Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Pada grafik diatas merupakan hasil *resource levelling* pemakaian *baby roller* pada pekerjaan timbunan tanah pada tubuh bendungan setelah adanya penambahan alat dari 1 alat menjadi 2 alat berat. Sehingga tidak terjadi *overlocated* atau dengan kata lain pemakaian *baby roller* terdistribusi secara merata (Gambar 4.24).

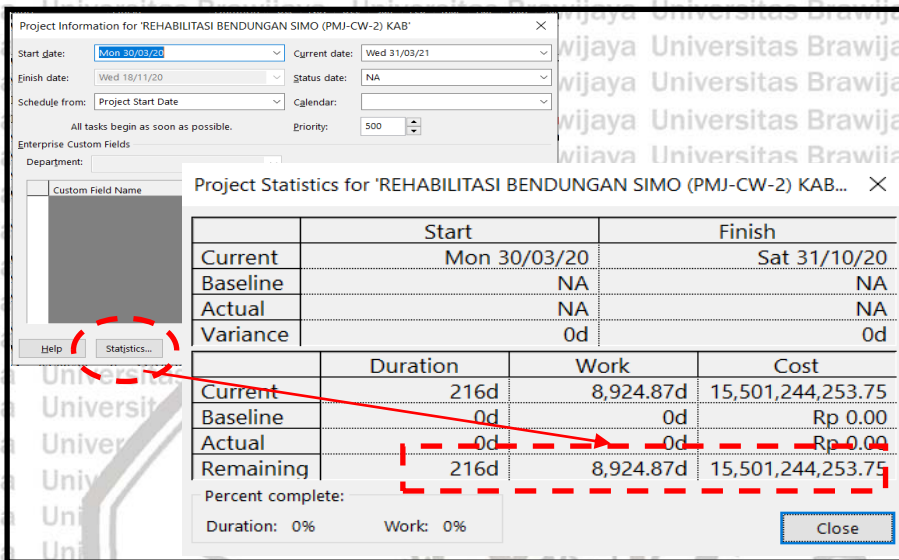


Gambar 4.25. Grafik *Dump Truck 12 Ton* Setelah Penambahan Alat
Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Pada grafik diatas merupakan hasil *resource levelling* pemakaian *Dump Truck 12 Ton* pada pekerjaan pengangkutan tanah sedimen mengalami penambahan alat dari 12 alat menjadi 15 alat berat. Sehingga tidak terjadi *overlocated* atau dengan kata lain pemakaian *baby roller* terdistribusi secara merata (Gambar 4.25).

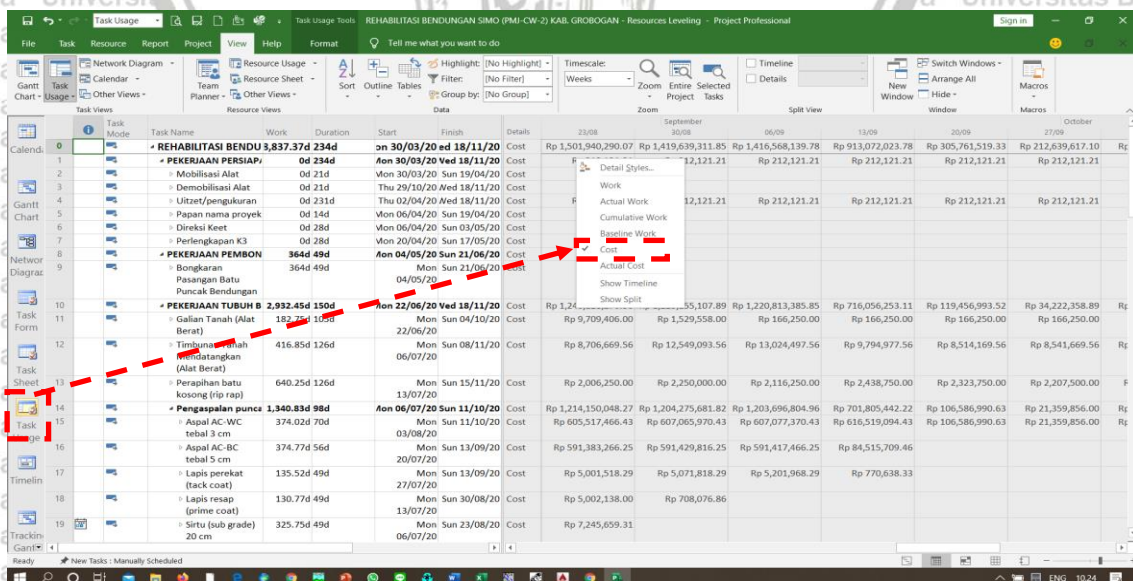
Penambahan alat berat pada pelaksanaan Rehabilitasi Bendungan Simo berpengaruh terhadap waktu pelaksanaan dan biaya keseluruhan. Dimana waktu pelaksanaan akan

mengalami percepatan di akibatkan oleh bertambahnya alat yang bekerja yang menyebabkan meningkatnya produktifitas. Sedangkan untuk biaya keseluruhan akan penambahan perubahan dikarenakan harus memperhitungkan biaya tambahan alat berat. Berikut hasil perhitungan durasi dan biaya keseluruhan secara otomatis dari *Microsoft Project Manager 2016* (Gambar 4.26)



Gambar 4.26. Hasil Perubahan Durasi Pekerjaan dan Total Biaya Penambahan Alat Berat
Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Untuk *cost* tiap pekerjaan dapat dilihat pada menu *task usage* (Gambar 4.27), lalu pilih tampilan *cost* setelah itu pindahkan data biaya tiap pekerjaan ke *Microsoft Excel* untuk dihitung total rekapitulasi rancangan biaya proyek (Tabel 4.19).



Gambar 4.27. Tampilan Task Usage Akibat Penambahan Alat Berat
Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Tabel 4.19.

RAB Proyek Setelah Penambahan Alat Berat

PEKERJAAN	BIAYA
Pekerjaan Persiapan	
Mobilisasi Alat	Rp 7.000.000,00
Demobilisasi Alat	Rp 7.000.000,00
Uitzet/Pengukuran	Rp 7.000.000,00
Papan Nama Proyek	Rp 500.000,00
Direksi Keet	Rp 12.000.000,00
Perlengkapan K3	Rp 1.000.000,00
Pekerjaan Pembongkaran Bendungan	
Bongkaran Pasangan Batu Puncak Bendungan	Rp 21.980.000,00
Pekerjaan Tubuh Bendungan	
Galian Tanah (Alat Berat)	Rp 51.780.010,00
Timbunan Tanah Mendatangkan (Alat Berat)	Rp 121.709.814,40
Perapihan Batu Kosong (Rip Rap)	Rp 50.563.750,00
Pengaspalan Puncak Tubuh Bendungan	
Aspal AC-WC Tebal 3 Cm	Rp 4.292.554.455,00
Aspal AC-BC Tebal 5 Cm	Rp 4.731.152.880,00
Lapis Perekat (Tack Coat)	Rp 35.373.178,00
Lapis Resap (Prime Coat)	Rp 35.016.266,00
Sirtu (Sub Grade) 20 Cm	Rp 322.762.522,00
Pemasangan Saluran Drainase Jalan Pada Puncak Bendungan	
<i>U-Ditch</i> (50x50x120) K-350	Rp 54.771.456,00
Pemasangan Filter	
Lapisan Pasir	Rp 6.830.000,00
Pemasangan Lapis Geosintetic Clay Liner	Rp 11.910.000,00
Pekerjaan Pengerukan Sedimen	
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	Rp 997.456.283,58
Buangan Tanah Jarak 1-2 Km	Rp 718.978.920,00
Buangan Tanah Jarak 2-5 Km	Rp 1.777.893.480,00
Pekerjaan Bangunan Air	
<i>Groundsill Subdta 1</i>	
Beton Cyclop K-175	Rp 13.570.007,00
Pasangan Beton K-175	Rp 4.172.823,00
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	Rp 45.310.906,40
Timbunan Tanah Kembali	Rp 1.218.750,00
Plesteran 1:3	Rp 5.097.350,00

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Lanjutan Tabel 4.19 RAB Proyek Setelah Penambahan Alat Berat

PEKERJAAN	BIAYA
Groundsill Subdta 2,A	
Beton Cyclop K-175	Rp 11.097.011,00
Pasangan Beton K-175	Rp 4.773.725,00
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	Rp 38.241.374,00
Timbunan Tanah Kembali	Rp 1.388.750,00
Plesteran 1:3	Rp 4.580.200,00
Groundsill Subdta 2,B	
Beton Cyclop K-175	Rp 6.922.481,00
Pasangan Beton K-175	Rp 3.549.379,00
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	Rp 18.887.562,00
Timbunan Tanah Kembali	Rp 502.500,00
Plesteran 1:3	Rp 4.031.275,00
Ambang Lebar Saluran Irigasi	
Pasangan Beton K-175	Rp 5.787.701,00
Peilscale	Rp 1.500.000,00
Bangunan Air Baku (Tandon)	
Pasangan Batu Kali 1 : 4	Rp 3.945.675,00
Pasangan Beton K-125	Rp 3.487.477,00
Pasangan Beton K-175	Rp 6.931.550,00
Pompa Sentrifugal	Rp 30.000.000,00
Bronjong	
Pemasangan Bronjong Pabrikasi	Rp 24.731.250,00
Galian Tanah (Alat Berat)	Rp 67.217.206,00
<i>Geo Textile Non Woven</i>	Rp 13.670.000,00
Spillway	
Beton K-225	Rp 12.980.320,00
Beton Cyclop K-175	Rp 27.101.288,00
Galian Tanah (Alat Berat)	Rp 25.051.324,40
Timbunan Tanah Kembali	Rp 3.630.000,00
Pekerjaan Saluran Drainasi (Jalan)	
<i>U-Ditch (80x60x120) K-350</i>	Rp 38.297.352,00
Pekerjaan Walkway	
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	Rp 30.000.718,00
Paving Dan Kanstin	Rp 136.576.000,00
Pekerjaan Instrumentasi Keamanan Bendungan	
Penyediaan Dan Pemasangan Patok Geser	Rp 1.500.000,00
Pemasangan V-Notch	Rp 30.000.000,00
Penyediaan Dan Pemasangan Pisometer	Rp 599.700.000,00
Penyediaan Dan Pemasangan Pipa Udara	Rp 2.000.000,00
Penyediaan Dan Pemasangan Stop Log	Rp 62.361.470,91
Biaya Total	Rp 14.555.046.441,00

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Berdasarkan hasil perhitungan dengan penambahan alat berat, didapatkan rencana anggaran biaya pelaksanaan Rehabilitasi Bendungan Simo sebesar Rp. 14.555.046.441,00 (Empat Belas Milyar Lima Ratus Lima Puluh Lima Juta Seratus Ribu Rupiah) dengan durasi 216 hari (Gambar 4.26). Dimana rencana anggaran biaya ini lebih besar dari sebelum dilakukan penambahan alat berat

4.5. Evaluasi Perubahan Waktu dan Biaya Setelah Dipercepat

Berdasarkan rencana kerja awal proyek hingga percepatan jadwal proyek dengan alternatif penambahan jam kerja dan penambahan alat berat, terdapat perubahan rencana anggaran biaya pelaksanaan Rehabilitasi Bendungan Simo (Tabel 4.20). Secara garis besar terjadi penambahan rencana anggaran biaya dari kedua alternatif. Untuk alternatif penambahan jam kerja terjadi kenaikan rencana anggaran biaya dikarenakan upah yang harus dibayarkan kepada pekerja bertambah besar. Sedangkan untuk alternatif penambahan alat berat juga mengalami kenaikan rencana anggaran biaya dikarenakan jumlah beberapa alat berat juga bertambah.

Berdasarkan hasil perhitungan maka besar perbedaan rencana anggaran biaya antara data perhitungan manual dan durasi dipercepat menggunakan penambahan jam kerja adalah sebesar Rp. 1.119.237.800,00 (Satu Milyar Seratus Sembilan Belas Juta Dua Ratus Tiga Puluh Tujuh Ribu Delapan Ratus Rupiah). Sedangkan untuk alternatif penambahan alat berat terjadi perbedaan rencana anggaran biaya sebesar Rp 987.886.550,00 (Sembilan Ratus Delapan Puluh Tujuh Juta Delapan Ratus Delapan Puluh Enam Ribu Lima Ratus Lima Puluh Rupiah).

Tabel 4.20. Perbandingan Durasi dan Biaya

No	Keterangan	Rancangan Anggaran Biaya	Durasi (Hari)
1	Perhitungan Manual	Rp 15.542.932.986,89	240
2	Optimasi Resources Levelling	Rp 14.227.906.389,91	234
4	Penambahan Jam Kerja	Rp 14.423.695.285,80	200
5	Penambahan Alat Berat	Rp 14.555.046.440,69	216

Sumber: Perhitungan (2021)

Alternatif percepatan durasi proyek dalam skripsi ini dilakukan untuk mencari waktu dan biaya proyek yang paling optimal. Berdasarkan tabel diatas terjadi percepatan jadwal proyek (Tabel 4.20). Tetapi untuk rencana anggaran biaya alternatif percepatan dengan penambahan jam kerja dan percepatan dengan penambahan alat berat tidak mengalami penurunan, melainkan mengalami kenaikan. Hal ini dikarenakan jumlah upah yang harus dibayar lebih besar dari pengurangan akibat kegiatan yang harus dilakukan setiap hari selama

proyek berlangsung serta jumlah alat berat yang juga bertambah sehingga anggaran untuk mobilisasi dan demobilisasi alat juga bertambah.

Dalam studi ini dikarenakan yang ditinjau untuk pemilihan alternatif yang optimal adalah dari segi waktu dan biaya dari masing-masing alternatif, maka dapat disimpulkan bahwa alternatif yang optimal adalah penambahan durasi waktu pekerjaan dengan durasi jadwal proyek 200 Hari dan rencana anggaran biaya proyek Rp. 14.423.670.000,00 (Empat Belas Milyar Empat Ratus Dua Puluh Tiga Juta Enam Ratus Tujuh Puluh Ribu Rupiah). Tetapi dalam kondisi lapangan tidak selamanya alternatif yang memiliki biaya paling murah menjadi pilihan untuk dilakukan. Hal ini dikarenakan kedua alternatif yang dilakukan memiliki kebutuhan sumber daya yang berbeda dan kondisi lapangan sangat berpengaruh terhadap pemilihan alternatif yang digunakan.

4.6. Evaluasi Kurva S dan Cetak *Gantt Chart* Ms. Project Manager

Dari ketiga hasil analisa pembiayaan, durasi, dan sumber daya maka dibuatkan kurva S dan mencetak hasil analisa dari Ms. Project Manager :

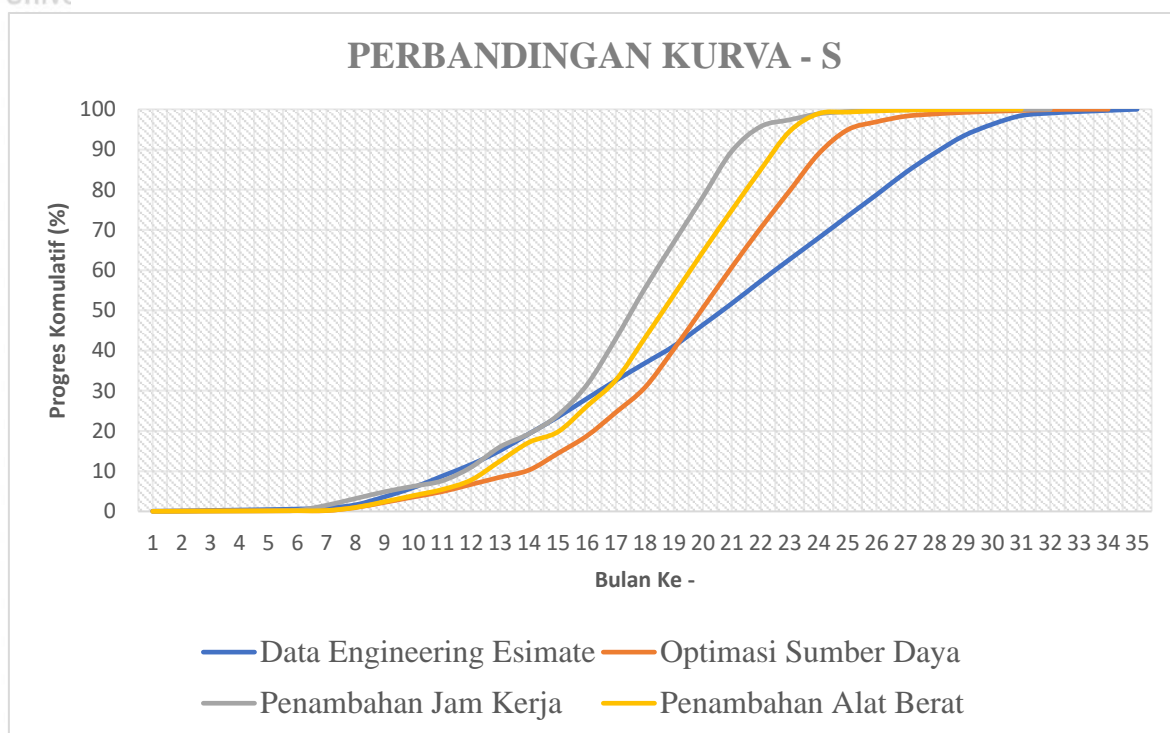
4.6.1. Kurva S

Hal pertama yang dilakukan adalah mendapatkan data biaya keseluruhan proyek dan biaya masing-masing pekerjaan. Selain itu, dibuat bobot yang diperoleh dari pembagian biaya masing-masing pekerjaan dengan biaya total pekerjaan. Setelah masing-masing bobot diperoleh dan diperkirakan terselesaikan beberapa lama dalam minggu atau hari maka diketahui berapa bobot masing-masing pekerjaan per satuan waktu. Adapun langkah-langkah pengerjaan dalam mengerjakan kurva S adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jadwal (waktu penyelesaian) dari masing masing item pekerjaan tersebut
2. Menghitung bobot (persentase), dari masing masing kegiatan tersebut, yaitu perbandingan antara biaya masing-masing item pekerjaan tersebut terhadap biaya total.
3. Mendistribusikan bobot kegiatan tersebut (secara merata), yaitu dengan membagi bobot dengan durasi masing-masing item pekerjaan tersebut, sehingga diperoleh bobot persatuan waktu.
4. Menjumlahkan bobot kegiatan yang terdistribusi tersebut secara kumulatif untuk setiap satuan waktu, yaitu dari waktu permulaan proyek sampai dengan waktu penyelesaian proyek.
5. Menuliskan nilai hasil penjumlahan tersebut pada bagian bawah diagram batang.

6. Plot titik titik pada diagram batang sesuai dengan nilai hasil penjumlahan untuk masing masing waktunya.
7. Menghubungkan titik titik yang sudah diplot tersebut maka diperoleh kurva S
8. Setelah didapat masing-masing kurva S dari penjadwalan Rehabilitasi Bendungan Simo dapat kita bandingkan Kurva S nya sehingga didapatkan visualisasi alternatif mana yang paling optimal (Gambar 4.28).

Untuk lebih jelasnya Kurva S Rencana Rehabilitasi Bendungan Simo dapat dilihat pada lampiran



Gambar 4.28. Perbandingan Kurva S dari Perencanaan Penjadwalan Pekerjaan rehabilitasi Simo
Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

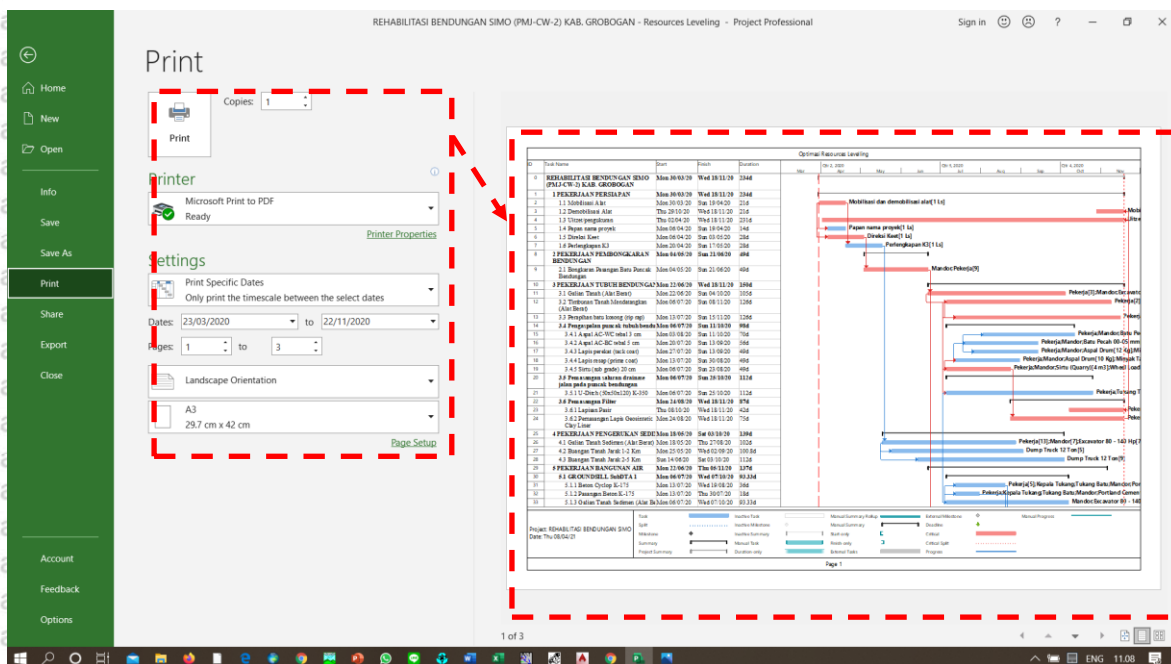
Dari kurva s diatas dapat dilihat perbedaan yang jelas antara kurva s hasil perhitungan manual dengan kurva s hasil analisa dengan menggunakan program *Ms. Project Manager 2016* (Gambar 4.28) . Kurva S penjadwalan dengan penambahan alternatif jam kerja terlihat lebih tegak dan lebih awal selesai dibanding yang lain hal ini menunjukkan bahwa durasi pekerjaan semakin singkat dan item pekerjaan yang dilaksanakan bersamaan semakin banyak sehingga bobot rencana pekerjaan mingguan lebih banyak dibanding bobot perencanaan mingguan pada analisa penjadwalan yang lain.

4.6.2. Gantt Chart Ms. Project Manager

Hasil analisa pada *Ms. Project Manager* dapat dicetak menjadi sebuah tampilan grafik yang memuat nama pekerjaan, durasi, tanggal mulai dan selesai, *gant chart* pekerjaan, dan sumber daya yang dipakai. Langkah - langkah mencetak *gant chart* (Gambar 4.29):

1. Klik **File**, lalu klik **Print**
2. Pada **Printer**, pilih perintah **Microsoft Print to PDF**
3. Sebelum memilih pada **Microsoft Print to PDF**, isi dari *project* sudah disesuaikan dengan berapa banyak halaman yang akan dicetak. Dalam contoh ini sudah diatur menjadi 3 halaman,
4. Sebelum mencetak dengan **Microsoft Print to PDF**, **preview** dengan kertas A3 tetap jadi 3 halaman, sesuai dengan yang diinginkan,
5. Atur tampilan legenda dan tanggal yang dicetak pada pilhan **Page Setup**,
6. Klik **Print**,

Untuk lebih jelasnya *gant chart* Rencana Rehabilitasi Bendungan Simo dapat dilihat pada lampiran



Gambar 4.29. Cetak *gant chart*

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis percepatan pelaksanaan Rehabilitasi Bendungan Simo di kecamatan parlilitan kabupaten Grobogan Provinsi Jawa Tengah dengan menggunakan *Microsoft Project Manager 2016* dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Jumlah rencana anggaran pada perhitungan manual untuk pelaksanaan Rehabilitasi Bendungan Simo Rp. 15.542.933.000,00 (Lima Belas Milyar Lima Ratus Empat Puluh Dua Juta Sembilan Ratus Tiga Puluh Tiga Ribu Rupiah). Setelah dilakukan optimasi sumber daya menjadi Rp. 14.227.907.000,00 (Empat Belas Milyar Dua Ratus Dua Puluh Tujuh Juta Sembilan Ratus Tujuh Ribu Rupiah). Setelah dilakukan percepatan, terjadi perubahan biaya total akibat penambahan jam kerja 3 jam per hari atau 14 Jam per Minggu pada kegiatan menjadi Rp. 14.423.670.000,00 (Empat Belas Milyar Empat Ratus Dua Puluh Tiga Juta Enam Ratus Tujuh Puluh Ribu Rupiah). Sedangkan percepatan dengan penambahan alat berat pada kegiatan kritis biaya total menjadi Rp. 14.555.046.441,00 (Empat Belas Milyar Lima Ratus Lima Puluh Lima Juta Seratus Ribu Rupiah).
2. Dalam studi ini sumber daya yang dianalisis merupakan sumber daya *Machiners* atau alat berat. Dari hasil analisis kebutuhan sumber daya pada pelaksanaan Rehabilitasi Bendungan Simo diketahui jumlah alat berat yang dibutuhkan adalah *Excavator 80 - 140 Hp* 4 buah, *Baby Roller* 1 buah, *Wheel Loader 1,0 - m³* 1 buah, *Asphalt Mixing Plant* 1 buah, *Generator Set 135 KVA* 2 buah, *Dump Truck 7,5 Ton* 1 buah, *Asphalt Finisher* 1 buah, *Tandem Roller 6 Ton* 1 buah, *Pneumatic Tire Roller 8 Ton* 1 buah, *Asphalt Sprayer 850 L* 1 buah, *Compressor 4000 - 6500 L/m* 1 buah, *Dump Truck 12 Ton* 12 buah, *Vibrator Plate Temper* 4 buah, *Truck Cane* 1 buah, Molen 2 buah, Pompa dan *Conveyor beton* 2 buah. Setelah dilakukan percepatan dengan menggunakan 2 alternatif diketahui bahwa percepatan dengan penambahan jam kerja tidak membuat kebutuhan alat berat menjadibertambah. Sedangkan percepatan dengan penambahan alat berat membuat beberapa kebutuhan alat berat menjadi bertambah. Jumlah alat berat yang bertamabh kebutuhannya adalah *Dump Truck 12 Ton* 15 buah, , *Baby Roller* 2 buah, dan *Excavator 80 - 140 Hp* 6 buah.

3. Berdasarkan durasi normal pelaksanaan Rehabilitasi Bendungan Simo hasil penjadwalan dengan menggunakan *Microsoft Project Manager 2016*, didapatkan lama waktu pelaksanaan proyek sebesar 234 hari. Setelah dilakukan percepatan dengan penambahan jam kerja dan penambahan alat berat pada kegiatan yang berada pada lintasan kritis lama waktu pelaksanaan proyek menjadi 200 dan 216 hari.
4. Dari hasil percepatan jadwal pelaksanaan Rehabilitasi Bendungan Simo dengan menggunakan penambahan jam kerja dan penambahan alat berat dipilih alternatif penambahan jam kerja dikarenakan rencana anggaran biaya lebih rendah dibandingkan dengan alternatif penambahan alat berat yaitu sebesar Rp. 14.423.670.000,00 (Empat Belas Milyar Empat Ratus Dua Puluh Tiga Juta Enam Ratus Tujuh Puluh Ribu Rupiah) dengan perbedaan sebesar Rp 987.886.550,00 (Sembilan Ratus Delapan Puluh Tujuh Juta Delapan Ratus Delapan Puluh Enam Ribu Lima Ratus Lima Puluh Rupiah) dari nilai biaya pada perhitungan normal.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil analisis, maka beberapa saran berikut ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan:

1. Sebelum melakukan aktivitas penjadwalan, hendaknya disiapkan terlebih dahulu data-data yang berkaitan secara langsung dengan pelaksanaan proyek secara lengkap.
2. Bagi peneliti sejenis diusahakan tidak hanya menggunakan alternatif penambahan jam kerja atau penambahan alat berat tetapi dapat menggunakan alternatif lain dalam percepatan jadwal proyek sesuai dengan kondisi lapangan daerah studi.
3. Dalam penggunaan program *Microsoft Project Manager 2016* untuk penjadwalan proyek harus dapat memahami proses pengolahan data manajemen konstruksi sehinggadapat mengetahui terbentuknya lintasan kritis, sehingga dalam perubahan setiap kegiatan kritis dapat dilakukan dengan cara otomatis ataupun dengan cara manual.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrar, Husen. (2010). *Manajemen Proyek Edisi Revisi*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Ali, Tubagus Header. (1995). *Prinsip-prinsip Network Planning*. Jakarta : Gramedia
- Callahan, Michael T. et.al. (1992). *Construction Project Scheduling*. New York : Mc Grow Hill
- Ervianto, Wulfram I. (2002). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta : CV. Andi Offset
- Heryanto, Imam. & Triwibowo, Totok. (2016). *Manajemen Proyek Berbasis Teknologi Informasi*. Bandung: Informatika Bandung
- Jati Utama, CV dan PT. Aria Jasa Konsultan. (2016). *Laporan Akhir Pemeriksaan Besar Bendungan Simo*. Malang: PT. Aria Jasa Konsultan.
- Nurhayati. (2010). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Menteri Pekerjaan Umum dan Parumahan Rakyat. (2016). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/M/2016 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*. Jakarta: Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2016 Nomor 1166.
- Menteri Pekerjaan Umum dan Parumahan Rakyat. (2020). *Instruksi Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 02/IN/M/2020 tentang Protokol Pencegahan Penyebaran Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) dalam Penyelenggaraan Jasa Konstruksi* Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Parumahan Rakyat.
- Menteri Tenaga Kerja. (1996). *Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor PER. 05/MEN/1996 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: Menteri Tenaga Kerja.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2013). *Katalog Alat Berat Konstruksi*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2013). *Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Presiden Republik Indonesia. (2020). *Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 4 tahun 2020 tentang Refocussing Kegiatan, Realokasi Anggaran, Serta Pengadaan Barang dan Jasa dalam Rangka Percepatan Penanganan Corona Virus Disease 2019 (COVID-19)*. Jakarta: Kementerian Sekretariat Negara
- Sumber Karsa Indah Utama, PT. (2019). *Rencana Mutu Pekerjaan Konstruksi (RMPK) Kegiatan Rehabilitasi Bendungan Simo (PMJ-CW-2) Kabupaten Grobogan Jawa Tengah*. Sukoharjo: PT. Sumber Karsa Indah Utama.

Silalahi, B.N.B. & Silalahi, R.B. (1995). *Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: PT. Pustaka Binaman Pressindo.

Soeharto, Imam. (1999). *Manajemen Proyek Jilid I*. Jakarta: Erlangga.

Soeharto, Imam. (1999). *Manajemen Proyek Jilid II*. Jakarta: Erlangga.

Widiasanti, Irika & Lenggogeni. (2013). *Manajemen Konstruksi*. Bandung: Remaja Rosdakarya Offset.





LAMPIRAN I
DOKUMENTASI

Halaman ini sengaja dikosongkan





Kegiatan Pengukuran dan Pemetaan



Kegiatan Pembongkaran Tubuh Bendungan



Kegiatan Perapihan Tubuh Bendungan



Kegiatan Pemasangan *Geosynthetic Clay Liner*



Kegiatan Pengerukan Sedimen



Kegiatan *Loading* material galian ke *dumptruck*



Kegiatan Penghamparan Material Galian Sedimen



Tubuh Bendungan dan Titik Instrumentasi



Areal *Disposal* dari atas tubuh Bendungan



Kegiatan Pengaspalan Puncak Bendungan



Kegiatan Pengaspalan Jalan Akses



Saluran Irigasi dan Instrumentasi Bendungan (Patok Geser dan Piezometer)



Kantong Lumpur pada *Groundsill*



Intake Tower



Foto Bersama Bapak Agus, ST selaku *Project Manager* dari PT. Sumbe Karsa Indah Utama



Foto *Drone* kondisi Bendungan Simo setelah rehabilitasi dan *impounding*

Halaman ini sengaja dikosongkan



LAMPIRAN II

METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN





(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Metode pelaksanaan kerja berfungsi sebagai acuan pelaksanaan kerja dalam rangka mencari efisiensi sumber daya dengan harapan mencapai hasil yang optimal. Secara lengkap metode pelaksanaan dapat dilihat seperti dibawah ini :

Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan Pengukuran dan *Bouwplank*

Dilakukan dengan Peralatan : *Theodolith*, *Water pas*, meteran, buku catatan dan alat bantu lainnya. Cara kerja :

- a. Sebelum dilaksanakan pengukuran maka melakukan inventarisasi serta area lokasi dibersihkan dari pohon-2, akar-akar semak-semak dan bahan lain yang mengganggu dalam pengukuran.
- b. Pelaksanaan Pengukuran / *Uitzet* akan dilakukan bersama-sama antara pihak Penyedia jasa dan Pengguna Jasa.
- c. Patok-patok yang dipasang merupakan titik bantu, pada posisi elevasi dan koordinatnya harus diikat secara sempurna dengan patok beton titik utama (BM). Patok yang tidak mudah berubah bentuk dan posisinya.
- d. Semua data pengukuran dan gambar sketsa perhitungan hasil pengukuran sebelum dimulainya pelaksanaan pekerjaan, harus disahkan oleh Direksi pekerjaan, dan selanjutnya dipakai sebagai pedoman untuk penggambaran rencana gambar pelaksanaan ("Construction Drawing").
- e. Pengukuran lapangan dan pematokan pada bendungan dilaksanakan dengan jarak/ interval paling jauh setiap 50 m atau sesuai instruksi Pengguna Jasa dan khususnya pada lokasi tikungan jarak tersebut harus lebih dekat/ pendek yang dimulai dari titik awal tikungan, tengah-tengah tikungan dan ujung akhir tikungan
- f. Selama masa pelaksanaan, semua data dan perhitungan hasil pengukuran harus disahkan oleh Direksi pekerjaan, dan dari waktu ke waktu selama masa pelaksanaan pekerjaan akan dipergunakan sebagai dasar perhitungan prestasi hasil pelaksanaan pekerjaan
- g. Setelah semua pekerjaan selesai dilaksanakan, Penyedia Jasa diwajibkan melakukan pengukuran akhir dari hasil pelaksanaan pekerjaan. Semua data dan perhitungan hasil pengukuran harus disahkan oleh Direksi pekerjaan dan dipergunakan sebagai dasar acuan guna mempersiapkan gambar purna bangun (*As built Drawing*)
- h. Kemudian melakukan satu pemeriksaan yang terinci semua bangunan yang diusulkan. Perubahan tempat/volume pekerjaan dari pemeriksaan tersebut dicatat dan dituangkan dalam Berita Acara MC.

Pembuatan Papan Proyek 80 x 120 cm²

- a. Papan nama proyek dibuat dari bahan banner/ printing atau bahan yang lain yang disetujui oleh direksi
- b. Papan nama didesain sedemikian rupa dan ditulisi dengan tulisan yang jelas mudah terbaca, yang berisi :
 1. Instansi
 2. Nama Kegiatan
 3. Tahun anggaran
 4. Pekerjaan (Paket)
 5. Lokasi (Kabupaten)
 6. Biaya
 7. Sumber Dana
 8. Pelaksana
- c. Spesifikasi lain yang telah ditetapkan dalam dokumen kerja (RKS)
- d. Kemudian setelah jadi, papan nama tersebut diberi bingkai dan list tepi dari kayu atau bahan lain yang disetujui oleh direksi\
- e. Papan nama dipasang pada tiang kayu yang berkualitas dengan tinggi $\pm 3m$, kemudian papan nama tersebut ditanam sedalam $\pm 0,50m$ dan diperkuat dengan beton cor.
- f. Pemasangan papan nama ditempatkan ditempat yang strategis dan mudah terbaca oleh khalayak.

Mobilisasi Lapangan

- a) Investigasi Lapangan (*stacking out*)
 Metode Kerja :
 Penyedia jasa dan pengguna jasa bersama-sama melakukan investigasi ke lapangan cek kondisi lapangan, pendataan, perekaman, secara seksama.
- b) Sewa lahan
 Metode Kerja :
 kemudian ditingkatkan kapasitas pelayanan tingkat jalannya atau mempergunakan lahan penduduk yang disewa selama jangka waktu pelaksanaan pekerjaan. Dari waktu ke waktu selama pelaksanaan pekerjaan
- c) Fasilitas
- d) Mobilisasi Alat Berat

Metode Kerja :

- a. Mobilisasi dan demobilisasi adalah pengangkutan sarana dan prasarana pelaksanaan berupa : alat - alat yang digunakan/ditempatkan dilapangan berdasarkan jadwal pelaksanaan yang disetujui pengguna jasa. Dalam pelaksanaan mobilisasi dan demobilisasi akan dikoordinasikan dengan pengguna jasa, serta badan pemerintah terkait yang berwenang terhadap penggunaan dan perizinan jalan yang digunakan untuk memasuki area pekerjaan.
- b. Jalan kerja yang dimaksud, bisa mempergunakan jalan milik daerah setempat, jalan kampung atau jalan desa yang sudah ada, , kami akan selalu memelihara jalan kerja agar tetap layak dilalui, sehingga tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan masyarakat disekitar maupun masyarakat lain yang juga memerlukan dan melewati jalan kerja tersebut.

Pekerjaan Pembongkaran

Pekerjaan Bongkaran Beton

Peralatan : Ungkit, palu betel dan alat bantu lainnya

Cara kerja :

- a. Penyedia jasa (Pelaksana) dan Pengguna Jasa (Pengawas/Direksi) bersama-sama melakukan investigasi untuk pendataan ulang tempat-tempat yang akan dibongkar, untuk memastikan volume bongkaran yang dikerjakan
- b. beton dibongkar dengan betel, hammer atau alat lain yang sesuai dan disetujui oleh direksi/pengawas lapangan.
- c. Pembongkaran dilakukan dengan teliti dan hati-hati agar tidak merusak bangunan disekitarnya.
- d. Material bekas bongkaran dibersihkan dan dibuang keluar lokasi pekerjaan agar tidak mengganggu aktifitas.

Pekerjaan Bongkaran Pasangan dan Aspal

Peralatan : Ungkit, palu betel dan alat bantu lainnya Cara kerja :

1. Lokasi permukaan jalan yang akan dibongkar harus ditandai dan dicatat lokasi bongkaran (STA+....) dimensi lebar, panjang dan rencana ketebalan bongkaran .
2. pengupasan lapisan permukaan jalan harus menggunakan mesin pengupas.
3. alur-alur yang terjadi cold miling harus diratakan .
4. selanjutnya pembersihan harus dilakukan dengan kompresor agar material halus benar tidak menempel pada permukaan.

Pekerjaan Bongkaran Rip-rap/Batu Kosong

Peralatan : Ungkit, palu betel dan alat bantu lainnya. Cara kerja :

1. Di adakan trial bongkaran kembali agar mengetahui penyusutan volume rip-rap existing terhadap volume pasangan rip-rap yang sesuai desain.
2. Dibongkar keseluruhan.
3. Pemasangan geotexile.
4. Pasang kembali batu hasil bongkaran dan batu yang mendatangkan sesuai desain.

Pekerjaan Tubuh Bendungan

Timbunan tanah dipadatkan Tanah Mendatangkan (Quarry)

Peralatan : *Excavator, Dump Truck, Vibrator Roller, Bulldozer, Water Tanker Truck* Metode kerja :

- a. Tanah Timbunan mendatangkan dari *Quarry* yang telah disetujui jenis dan mutu tanah sesuai dengan spesifikasi teknik yang telah disetujui direksi.
- b. Sebelum dilakukan timbunan, terlebih dahulu area lokasi dibersihkan dari semak-semak, akar-akar pepohonan dan puing-puing yang mengganggu kualitas timbunan.
- c. Tanah dihampar lapis demi lapis dan dipadatkan dengan alat pemadat yang sesuai dan disetujui oleh direksi.
- d. Tanah yang terlalu kering disiram air secukupnya agar terjadi perekatan yang homogen dan tanah timbunan bisa mampat/padat.
- e. Dalam pelaksanaan timbunan dilakukan dengan teliti dan diikuti dengan kontrol yang baik sehingga timbunan mencapai kepadatan yang sempurna.

Timbunan Tanah Kembali

Peralatan : *excavator, bulldozer* Alat bantu yang lainnya.

Cara kerja :

- a. Tanah Galian yang masih bagus dan telah disetujui direksi. Digunakan kembali sebagai bahan timbunan tanah.
- b. Sebelum dilakukan timbunan kembali, terlebih dahulu area lokasi dibersihkan dari semak-semak, akar-akar pepohonan dan puing-puing yang mengganggu kualitas timbunan.
- c. Tanah dihampar lapis demi lapis dan dipadatkan dengan alat pemadat yang sesuai dan disetujui oleh direksi.
- d. Tanah yang terlalu kering disiram air secukupnya agar terjadi perekatan yang homogen dan tanah timbunan bisa mampat/padat.

- e. Dalam pelaksanaan timbunan dilakukan dengan teliti dan hati-hati agar tidak merusak bangunan sekitar.

Galian Tanah Manual

Peralatan : cangkul, sekop, ungit dan alat bantu lainnya. Cara kerja :

- Sebelum tanah digali terlebih dahulu dipasang / dibuat profil atau bouwplank untuk desain rambu-rambu dalam penggalian
- Kemudian tanah digali dengan alat tradisional seperti cangkul, sekop dan alat bantu lainnya, kemudian tanah diangkat ke atas dari lubang galian dengan menggunakan cikrak / krenjang lalu ditempatkan disekitar lokasi
- Tanah yang baik dikondisikan yang nantinya untuk urugan kembali dan tanah yang kurang baik langsung dibuang ke tempat pembuangan/ disingkirkan ke tempat yang aman agar tidak mengganggu aktivitas pekerjaan lainnya
- Dalam penggalian dilakukan sesuai dengan kedalaman elevasi yang dibutuhkan (mencapai *peil*)

Galian Tanah dengan 1 Excavator

Peralatan : *Excavator* dan alat bantu lainnya. Cara kerja :

- Sebelum penggalian dimulai maka terlebih dahulu diadakan pembersihan lokasi, dari sampah, tanaman perdu, kotoran yang lain dan sampah hasil pembersihan dibuang keluar lokasi yang disetujui Direksi. Kemudian membuat jalan kerja kelokasi galian tanah dan memasang patok – patok Cross maupun patok – patok situasi,serta patok – patok batas tepi galian dipasang setiap jarak 25 - 50 m, kemudian di tempat – tempat tertentu diberi bantuan patok sesuai elevasi BM untuk memudahkan pengecekan agar tidak terjadi kesalahan dalam pelaksanaan galian.
- Galian tanah dengan excavator, dimulai dari kanan/kiri tanggul waduk dan tanah hasil galian ditempatkan di sekitar lokasi yang tidak mengganggu aktifitas excavator atau tanah hasilgalian ditempatkan dikaki tanggul guna memudahkan pengambilan untuk dibuang keluar lokasi. Setelah selesai penggalian tanah dengan kedalaman sesuai elevasi, kemudian excavator bergeser dengan posisinya mengambil tanah bekas galian dan dimasukkan ke daalam Dump Truck (DT) untuk diangkut keluar lokasi. Sebagian tanah yang baik langsung ditempatkan disekitar tanggul rencana untuk bahan timbunan tanggul waduk.
- Selama penggalian harus selalu diikuti dengan pengukuran untuk menghindari kesalahan elevasi.

Pasangan Rip-Rap

Peralatan : dump truck, pick up, palu, ungit dan alat bantu lainnya

Cara kerja :

- Batu dikirim dengan dump truck semaksimal mungkin sampai ke lokasi pekerjaan dalam jumlah yang cukup. Untuk lokasi yang tidak bias dilalui DT, menggunakan Pick up untuk melangsir material yang akan digunakan.
- Sebelum batu rip-rip ditata terlebih dahulu area lokasi dipasang profil untuk panduan pemasangan batu rip-rip
- Kemudian batu dihampar dan ditata sedemikian rupa mengikuti profil yang telah dipasang.
- Dalam pemasangan batu rip-rip dilakukan dengan teliti dan selalu diikuti pengawasan sehingga batu terpasang dengan rapi dan benar sesuai spesifikasi tekninya.

Pasangan Rip-Rap Batu Tersedia

Peralatan : Palu, angkutan lokal, ungit dan alat bantu lainnya

Cara kerja :

- Batu rip-rip pada existing yang rusak dibongkar dan alas perletakkannya direkonstruksi dan distabilkan dengan baik, kemudian batu rip-rip dipasang kembali dan ditambal sulam sedemikian rupa hingga rapi.

Beton K. 175 Site mix

Peralatan : Beton molen, ember, sekop, kotak takaran dan bantu lainnya

Cara kerja :

- Setelah penggalian dan pemancangan dasar selesai dan terbebas dari air, kotoran, serta bahan lain yang mengganggu pengecoran bersih, maka pengecoran lantai kerja siap dilaksanakan.
- Proses pengadukan mortar beton cor seperti yang telah dijelaskan di atas. Dengan takaran menggunakan Dolak atau ukuran yang telah disepakati oleh direksi.
- Mortar beton dimasukkan ke dalam cetakan / begesting beton lantai dengan ember / talang lalu diratakan dengan kayu perata (blebes) hingga padat dan merata, dengan tebal sesuai spesifikasi teknis dan desain yang disyaratkan.
- Pengecoran kerja dilakukan dengan teliti dan hati-hati agar tidak terjadi kesalahan dalam pengecoran.

Bekesting

Peralatan : gergaji, palu, meteran dan alat pendukung lainnya. Cara kerja :

- a. Bekesting dibuat dari papan kayu tahun atau dari lembaran multiplek, dikerjakan sebelum pekerjaan cor dan pembesian dimulai, pembuatan bekesting/cetakan disesuaikan dengan dimensi yang dipasang rapi, rapat tidak ada celah-celah bocor sehingga air semen tidak mengalir ke luar cetakan.
- b. Bekisting terbuat dari bahan yang baik dan permukaannya rata sehingga menghasilkan permukaan yang sempurna seperti yang dikehendaki.
- c. Selanjutnya bekesting dipasang dan diperkuat dengan patok-patok/skur-skur, steiger sehingga cukup kuat untuk menahan mortar beton yang akan dicetak.
- d. Perancah steiger ditempatkan pada landasan yang kuat, kokoh sehingga tidak bergeser pada saat pengecoran.
- e. Pada waktu menempatkan/memasang bekesting, tulangan yang bersinggungan dengan bekesting harus diberi beton decking setebal $\pm 2,5$ cm agar besi tulangan tersebut tidak langsung menempel/bersinggungan dengan bekesting dan selimut beton tetap terjaga.
- f. Setelah beton cukup umur bekesting dibongkar, dalam pembongkaran bekesting dilakukan dengan teliti dan hati-hati sehingga tidak merusak kualitas permukaan beton

Besi Tulangan Beton

Peralatan : Catut, Gergaji besi, kunci besi, Gunting besi, meteran, dll. Cara kerja :

- a. Pekerjaan dimulai dari pemotongan besi sesuai ukuran yang diinginkan, kemudian dibengkokkan dan dibuat hak/kait sesuai bentuk yang dibutuhkan.
- b. Kemudian besi yang telah dipotong dan diberi hak tersebut dirangkai dan diikat dengan kawat lunak/bendrat sesuai design atau jarak yang ditentukan.
- c. Saat meletakkan atau menempatkan tulangan pada alas perletakan maka bagian dalam bekesting yang bersinggungan dengan besi diberi beton decking setebal $\pm 2,5$ cm, agar besi tulangan tidak berhimpit dengan bekesting dan ketebalan selimut beton tetap terjaga.
- d. Penempatan tulangan harus rata dan sesuai pada standar tulangan serta menurut petunjuk Direksi Teknis.
- e. Penulangan akan diperiksa untuk penyesuaian dengan kebutuhan ukuran, bentuk, panjang, spasi, letak dan jumlah yang dipasang.
- f. Penulangan harus ditempatkan dengan teliti dan pada posisi yang tepat dengan kawat bendrat dan diikat pada penyangga dan penjaga jarak (spacer) agar tidak berubah selama pengecoran beton.

Pengadaan dan Pemasangan Pagar BRC 150 x 247 mm

Peralatan : ungkit, meteran, tang, palu, genset dan alat bantu lainnya Pagar BRC didatangkan dari toko (pabrikasi) Cara kerja:

- a. Pagar BRC dipasang setelah semua tiang penegak terpasang dengan jarak dan ketinggian sesuai dengan type BRC yang akan dipasang.
- b. Kedua ujung tiang di waterpas/ditimbang kemudian kedua ujungnya ditarik benang, lalu Pagar BRC dipasang mengikuti tarikan benang dan ditanam atau dimasukkan pada tiang-tiang besi galvanis yang sudah terpasang dan distel.
- c. Pemasangan pagar BRC dilakukan dengan teliti dan hati-hati sehingga pagar BRC terpasang kuat, kokoh dengan posisi yang tepat dan benar sesuai dengan spesifikasi dan desain gambar.

Pengaspalan Puncak Tubuh Bendungan

Peralatan : *Compresor, Sprayer, Stom walls* dan alat bantu lainnya. Cara kerja

- a. Sebelum pekerjaan dimulai, permukaan harus dibersihkan terlebih dahulu
- b. Pekerjaan Pengaspalan dilakukan berlapis dimulai dari Sirtu 20 cm hingga Pelapisan Resap.
- c. Lapis Penestrasi tebal 5 cm berupa batu pecah 3/5 dan 2/3 lapis demi lapis dihampar dan dipadatkan dengan stom walls sebanyak 6-8 Lintasan (hingga padat)
- d. Lapis rasap pengikat yang sesuai disemprotkan menggunakan sprayer pada lapis pondasi yang sudah dirata, sehingga lapis resap pengikat melekat cukup kuat di atas permukaan yang disemprot.
- e. Agregat halus aspal sheet ditabur / dihampar lapis demi lapis oleh tenaga sambil dipadatkan dengan stom walls 6-8 lintasan (hingga padat).

Pemasangan Uditch 50 x 50 x 120(K-350) dan Uditch 30 x 30 x 120(K-350)

Peralatan : *Excavator* dll.

Uditch di datangkan dari pabrikasi dan di turunkan sedekat mungkin dilokasi pemasangan, kemudian apabila dalam menurunkan uditch tidak sampai di lokasi pekerjaan maka uditch dilangsir dengan *Backhoe* dan alat bantu lainnya

Cara Kerja :

- a. Sebelum dilakukan pemasangan Uditch terlebih dahulu area lokasi dire kondisikan, dibersihkan dari akr-akar, semak2 pepohonan yang mengganggu dalam pemasangan uditch
- b. Lokasi di ukur dipasang patok/propel untuk pedoman dalam pemasangan uditch

c. Kemudian tanah digali sekiranya sudah memenuhi elevasi dasar, maka uditch di pasang secara berkesinambungan satu persatu dengan excavator, dan pada nat uditch dibalut dengan semen.

d. Setelah pemasangan uditch sudah mencapai ± 20 m maka uditch di timbun tanah bekas galian pada kanan kiri uditch dan dipadatkan.

Lapisan Pasir Kerikil

Peralatan : alat pemadat, cangkul, cikrak/krenjang, sekop dan alat bantu lainnya

Cara kerja :

a. Sebelum dilakukan urugan kerikil terlebih dahulu area lokasi pekerjaan dibersihkan dari kotoran, akar-akar pepohonan serta puing-puing yang mengganggu kualitas urugan kerikil.

b. kerikil didrop ke lokasi pekerjaan dalam jumlah yang cukup, kemudian kerikil dihampar lapis demi lapis dengan ketebalan maksimum 30 cm atau harus sesuai dengan spesifikasi yang disetujui oleh direksi / pengawas lapangan.

c. Selanjutnya kerikil dipadatkan dengan alat pemadat / stamper atau alat lain yang sesuai dan disetujui oleh direksi/pengawas lapangan.

d. Pemadatan dilakukan dengan hati-hati agar tidak merusak bangunan disekitarnya

Pemasangan Lapis Geotekstile Hulu

Peralatan : Gunting, meteran dan alat bantu lainnya

Cara kerja :

a. Sebelum geotekstile dipasang maka area pemasangannya distabilkan dan dibersihkan dari akar-akar pepohonan dan benda-benda yang mengganggu/mengakibatkan cacat pada geotekstile.

b. Setelah kondisi area stabil kemudian geotekstile ditata/dihampar sedemikian rupa dan dipotong sesuai ukuran / lebar yang diinginkan sesuai rencana.

c. Pemasangan diatur sedemikian rupa dan ditata dengan rapi serta hati – hati agar pada saat penghamparan sirtu tidak terlipat / bergeser.

Pekerjaan Pengerukan Sedimen

Galian Tanah dengan 1 Excavator

Peralatan : *Excavator* dan alat bantu lainnya

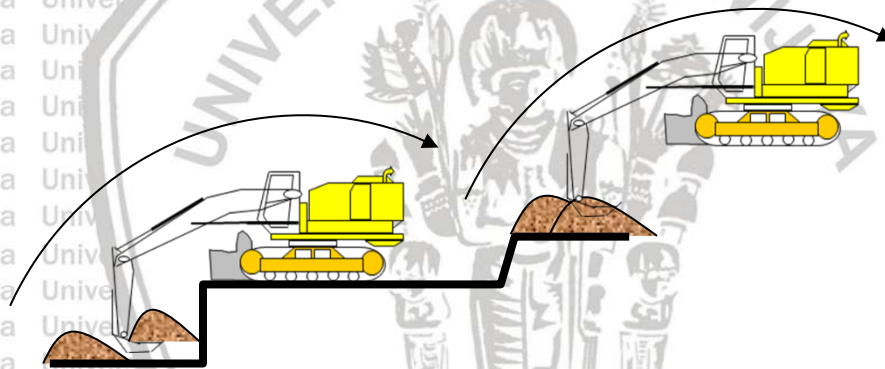
Cara kerja : Sama seperti terurai diatas.

Galian Tanah dengan 2 Excavator

Peralatan : *Excavator* dan alat bantu lainnya

Cara kerja :

- Sebelum dilaksanakan penggalian, terlebih dahulu area lokasi dire kondisikan dan diberi batas profil agar pekerjaan galian dapat terarah dengan baik dan sesuai dengan arahan direksi.
- Tanah digali dengan *excavator* ke 1 sampai kedalaman elevasi dan hasil galian ditempatkan pada sekitar lokasi yang aman agar kering dan tidak mengganggu aktivitas pekerja dalam melaksanakan pekerjaan lainnya.
- Excavator yang ke 2 bertugas hauling sisa galian ke lokasi yang telah ditentukan guna untuk diangkut *Dump Truck* dan di bawa ke lokasi disposal atau digunakan sebagai timbunan tanah.
- Seluruh pekerjaan galian tanah dengan alat berat selalu diikuti pengukuran agar tidak terjadi kesalahan hingga selesai dan tanah hasil galian yang baik diratakan / dirapikan serta sebagian dibuang ke luar lokasi



Ilustrasi Pekerjaan Galian Tanah

Sumber : Ilustrasi pekerjaan (2021)

Pembuangan Tanah Pengerukan Sedimen dirapikan (Jarak 0-1 Km)

Pembuangan Tanah Pengerukan Sedimen dirapikan (Jarak 1-2 Km)

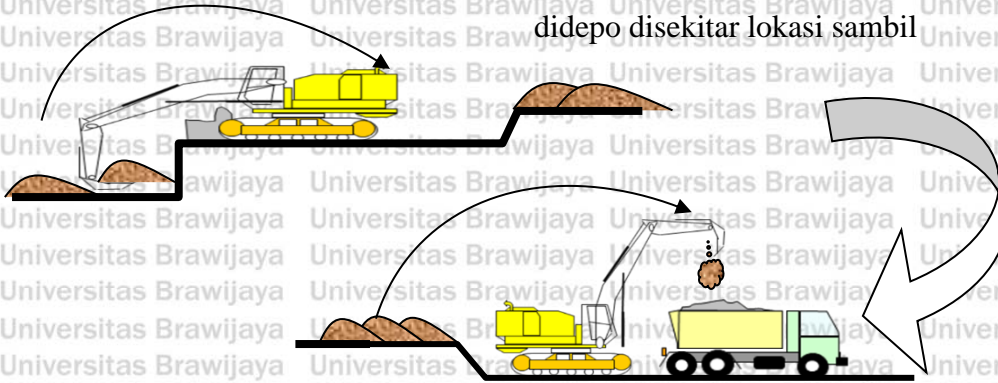
Pembuangan Tanah Pengerukan Sedimen dirapikan (Jarak 2-3 Km)

Peralatan : Excavator, *Dump truck*, *Bulldozer* dan alat bantu lainnya

Cara Kerja :

- Tanah hasil galian dari lokasi galian menggunakan *excavator* dinaikkan ke atas *Dump Truck* dan dibuang ke luar lokasi (disposal area) agar tidak mengganggu aktivitas pekerjaan lainnya kemudian tanah di hampar dengan *bulldozer* dan diratakan.
- Timbunan di hampar dan dirapikan dengan *bulldozer* sesuai arahan direksi
- Selama pelaksanaan harus diikuti dengan pengawasan dan *control* yang baik sehingga terarah terkendali.

Excavator menggali tanah
didepo disekitar lokasi sambil



Ilustrasi Pekerjaan Pembuangan Tanah Pengerukan Sedimen

Sumber : Ilustrasi pekerjaan (2021)

Pekerjaan Bangunan Air

Galian Tanah Manual

Peralatan : cangkul, sekop, ungkit dan alat bantu lainnya

Cara kerja : Sama seperti terurai diatas.

Timbunan Tanah Kembali

Peralatan : *Dump Truck, Vibrator Roller, Bulldozer, Water Tanker Truck*, Alat bantu yang lain

Cara kerja : Sama seperti terurai diatas.

Pasangan Batu Kali 1 Pc : 4 Ps

Peralatan : Beton Molen, Cangkul, Skop, cetok, Ember, Bak ukur dan alat bantu lainnya

Car Kerja :

- Sebelum pekerjaan pasangan batu kali 1 Pc : 4 Ps dimulai, maka terlebih dahulu diadakan pengukuran, pasang bowplank, propil dan patok untuk menentukan elevasi pasangan batu kali 1 Pc : 4 Ps,
- Setelah galian mencapai kedalaman elevasi (*peil*) dan bebas dari air / kering, maka spesi dituangkan ke dasar lobang galian sebagai alas pasangan, kemudian batu dipasang mengikuti bentuk propil yang disetujui oleh Pengawas / Direksi, batu ditata sedemikian rupa dengan mengikuti bentuk propel yang telah dipasang hingga tidak saling bersinggungan dan antara sela-sela batu diberi adukan spesi 1 Pc : 4 Ps
- Pemasangan lapis batu pertama, diawali dengan menghamparkan adukan setebal 3 - 5 cm, kemudian menyusun batu diatas hamparan dengan jarak 2 - 3 cm (tidak bersinggungan), dipukul atau diketok-ketok batu tersebut agar terikat kuat dengan

adukan. Isi rongga diantara batu-batu dengan adukan sampai penuh/mampat dengan menggunakan sendok adukan.

- d. Batu yang dipasang berupa batu keras, tidak mudah lapuk dan harus benar-benar bersih dari segala kotoran dan bahan organik lainnya.
- e. Pelaksanaan pasangan harus padat, diantara batu yang satu dengan batu lainnya harus berisi spesi sekurang-kurangnya 1,5 cm.
- f. Kemudian tiap-tiap luasan $\pm 2 \text{ m}^2$ permukaan pasangan dipasang drain/suling⁻² dari pipa PVC diameter 2" yang pada bagian belakang ujungnya diberi filter berupa krikil dan pasir yang bagian luarnya dilapisi dengan ijuk.

Plesteran 1 Pc : 3 Ps

Peralatan : *Concrete mixer*, ember, cethok, kayu perata, kuas, water pas, kotak takaran, dll.

Cara kerja : **Sama seperti terurai diatas.**

Pekerjaan Acian

Peralatan : Kuas, Cetok, Kayu Perata, ember, dll

Cara kerja : **Sama seperti terurai diatas.**

Beton K. 175 Site mix

Peralatan : Beton molen, ember, sekop, kotak takaran dan bantu lainnya

Cara kerja : **Sama seperti terurai diatas.**

Bekesting

Peralatan : gergaji, palu, meteran dan alat pendukung lainnya

Cara kerja : **Sama seperti terurai diatas.**

Besi Tulangan Beton

Peralatan : Catut, Gergaji besi, kunci besi, Gunting besi, meteran, dll.

Cara kerja : **Sama seperti terurai diatas.**

Pengadaan Peil Schaale

Peralatan : Alat Pertukangan

Cara Kerja :

- a. Peil schal dibuat tempat ahli pembuatan peilschall, dari bahan plat besi tebal $\pm 3 \text{ mm}$ yang berkualitas baik, standar spesifikasi yang telah ditetapkan. Kemudian Peil schall dicat didiberi gred-gred sebagai tanda ketinggian air, kemudian peilschall dipasang dengan perkuatan baut visier / angkur dan dipasang dengan cermat dan hati – hati

sehingga peillschal terpasang pada posisi yang benar di dinding bendung (atau posisi yang ditunjuk oleh direksi/ pengawas lapangan)

Pompa Sentrifugal

Peralatan : Alat Pertukangan

Cara Kerja :

- Pompa pabrikasi yang disetujui oleh direksi dan sesuai dengan spesifikasi teknis.
- Dipasang sesuai dengan arahan teknis dan memperhatikan kondisi bangunan sekitar.
- Pemasangan secara berhati-hati, ditata sedemikian rupa oleh tenaga ahli kemudian assesories distel sesuai tahapan2 manufakturnya, sehingga tidak menimbulkan kegagalan fungsi pompa saat pengoperasian.

Pemasangan Geotekstile

Peralatan : Gunting, meteran dan alat bantu lainnya

Cara kerja : Sama seperti terurai diatas.

Pasang Kawat Bronjong

Peralatan : Ungkit, palu dan alat bantu lainnya

Cara kerja :

- Bronjong kawat pabrikasi dibuka panel – panelnya, kemudian disusun dan disetel seperti gambar dirangkai dan diikat yang kuat dengan kawat sejenis kemudian bronjong lapis pertama diletakkan / dipasang dilokasi galian pondasi bronjong dan diisi batu yang sudah disiapkan.
- Setelah penuh semua pinggiran matras bronjong termasuk panel – panel diapragma diikat / dirangkaikan kembali dengan kawat sejenis sampai kuat untuk mencegah terbukanya anyaman. selanjutnya susunan bronjong satu dengan bronjong lainnya juga dirangkaikan dan diikat dengan kawat galvanis (kawat sejenis) agar kedudukan bronjong menjadi kuat dan tidak goyah.
- Pengisian batu kali harus rapi sedemikian rupa hingga batu saling bersinggungan dan pada rongga – rongga yang kosong diisi batu kecil sehingga dihasilkan pasangan bronjong yang padat dan dimensi pasangan bronjong seperti spesifikasi teknik yang telah ditentukan.
- Kemudian Pasangan Bronjong lapis kedua dan seterusnya diletakkan / dipasang diatas bronjong lapis pertama (lapis bawahnya) dan seterusnya hingga sampai lapis paling atas sesuai elevasi rencana.



Ilustrasi Pekerjaan Pemasangan Bronjong

Sumber : Ilustrasi pekerjaan (2021)

Beton Cycloop 60% beton *Readymix* K.225 40% Batu Kali

Peralatan : *Concrete mixer*, *vibrator*, ember, sekop, kotak takaran, *water pas* dll.

Cara kerja :

- Beton siklop terdiri dari 60% campuran beton *Readymix* K.225 dan 40% batu kali ukuran 15/20 (atau menurut petunjuk Direksi)
- Mortar beton dimasukan kedalam cetakan / begesting diikuti dengan batu yang sudah disiapkan sebelumnya secara proposional dan dipadatkan dengan alat penggetar (*Vibrator*) hingga merata dan semua permukaan batu tertutup dengan mortar beton.
- Pengecoran dilaksanakan secara bertahap dan tinggi pengecoran maksimum $\pm 1,00$ m / hari.
- Pengecoran pada penambahan pondasi tubuh main dam harus kering dan terhindar dari genangan air, agar air dari hulu main dam tidak bisa meresap/ bocor kehilir main dam.
- Pengecoran tahap berikutnya sampai selesai dilaksanakan dengan cara sama dan sambungan antara beton siklop lama dan beton siklop baru harus dibersihkan dan disiram air semen agar terjadi perekatan yang sempurna.
- Agar memperoleh mutu beton siklop yang baik, maka harus diadakan perawatan dengan menyiram air atau ditutup dengan karung yang dibasahi dengan air minimal selama 14 hari berturut – turut.

Pekerjaan Saluran Drainase (Di Down Stream)

Pemasangan Uditch 80 x 60 x 120(K-350)

Peralatan : *Excavator* dll.

Cara Kerja : Sama seperti terurai diatas.

Pekerjaan Walkway

Galian Tanah Manual

Pekerjaan sejenis di atas metode kerja : sama seperti yang telah diuraikan diatas

Urugan pasir 2 cm

Pekerjaan sejenis di atas metode kerja : sama seperti yang telah diuraikan diatas

Base course 10 cm

Pekerjaan sejenis di atas metode kerja : sama seperti yang telah diuraikan diatas

Paving K-300 10 x 21 x 10

Peralatan: *baby roller*, water pas, cangkul, Cikrak dan alat pendukung lainnya

Cara kerja :

- Paving Block ukuran 10x21x10 dipesan / dibeli dari pabrik yang spesifikasi disetujui direksi.
- Lokasi pemasangan paving terlebih dahulu distabilkan, diratakan, dikepras / ditimbun dengan mengikuti kontur tanah yang ada dan setiap ujungnya dipasang patok dan ditimbang/waterpas untuk menentukan elevasi tinggi paving dan apabila sudah dipasang kansteen maka tinggi paving mengikuti pemasangan kansteen yang ada
- Kemudian pasir urug dihampar dilokasi dasar pemasangan paving setebal ± 5 cm sebagai alas.
- Paving dipasang sedemikian rupa dengan presisi yang tepat, rapi, rata dengan pola / motif seperti spek gambar (sesuai petunjuk Direksi).
- Selanjutnya setelah paving terpasang dengan baik lalu pada nat – nat diisi pasir saring agar kedudukan paving menjadi stabil dan tidak goyah/kocak.

Kanstin K-250 40 x 25 x 15

Peralatan : Palu, cangkul, gerobak, dan alat bantu lainnya

Cara kerja :

- Kanstin dipesan / dibeli dari pabrik distock di lokasi secara bertahap.
- Kemudian sebelum kansteen dipasang terlebih dahulu area lokasi distabilkan, diratakan dan pada kedua ujungnya diberi patok lalu ditarik benang dan diwater pas sehingga posisi benang dalam keadaan seimbang.

- c. Kemudian kansten dipasang sedemikian rupa satu persatu mengikuti profilatau mengikuti tarikan benang, sehingga kasnteen terpasang dengan presisi yang tepat, rata dan lurus
- d. Selanjutnya setiap sambungan kansten diisi adukan spesi 1 Pc : 2 Ps yang dimasukkan ke dalam nat-nat hingga terisi penuh lalu dirapikan sampai benar-benar rapi

Pekerjaan Instrumentasi Keamanan Bendungan

Pemasangan Patok Geser

- a. Beton mutu K-225 (site mix)
- b. Bekesting
- c. Besi Tulangan Beton
- d. Pemasangan patok geser
 1. Sebelum patok geser dipasang terlebih dahulu patok geser dibuat dengan tahapan 2 sbb :
 2. Besi dipotong sesuai kebutuhan dengan ukuran (panjang) sesuai spek, dan salah satu ujungnya dibuat hak/kait.
 3. Bekisting / cetakan dibuat / disetel sesuai dimensi ukuran patok geser sebagaimana yang ditunjukkan dalam spek dan disetujui oleh direksi / pengawas
 4. Besi dimasukkan atau dibalut bekisting kemudian dicor dengan mortar beton
 5. Setelah patok geser curing umur dibangkit dan dipasang di tiap titik-titik yang disetujui oleh direksi / pengawas dengan mengambil referensi titik tetap (Bench Mark) pada bangunan yang ada (lama) dapat dipakai, baik pada arah horizontal maupun vertikal. Dalam pengambilan referensi paling tidak diperlukan dua buah titik tetap yang secara periodik diperiksa
 6. ketelitiannya.
 7. Patok geser ditanam sedalam $\pm 1 - 1,2$ m dalam pemasangan dilakukan dengan teliti dan dikontrol dengan baik sehingga patok geser terpasang dengan baik dan benar.

Pemasangan V-Notch

- a. Beton mutu K-225 (site mix)
- b. Bekesting
- c. Pasangan batu kali 1 Pc : 4 Ps
- d. Peilscale
- e. Plesteran 1 : 3
- f. Acian
- g. Plat baja ukuran 1,2 x 0,3 x 0,03

1. V-notch terbuat dari plat baja berukuran 1,2x0,3x0,03 dengan sisi siku dan tengah dibuat segitiga sama kaki, kemudian, plat baja tersebut dipasang cara dijepit dengan mortar beton, kemudian dirapikan dengan plesteran + acian, V-notch dipasang sedemikian rupa dengan pengawasan yang teliti sehingga V-notch terpasang pada posisi tepat/benar sebagaimana yang disetujui oleh Direksi / Pengawas lapangan dan sesuai spek

2. V-Notch dipasang di bendung dengan ambang tajam yang digunakan untuk mengukur debit rembesan di bendungan, yang merupakan salah satu instrument standar keselamatan bendungan. V-Notch berbentuk segitiga sama kaki terbalik, dengan sudut puncak di bawah, sudut puncak dapat merupakan sudut siku atau sudut lain seperti 60° atau 30°.

dan Pemasangan Piezometer

Pengadaan

1. *Water Level Indicator*, 30 m
2. *End Cap* dan *Top Cap*
3. Pipa PVC dia 1" termasuk *connector*
4. *Open Standpipe Piezometer (Casagrande)*
5. *Protective cover* (dilengkapi dengan Pipa Galvanis 1 m)

Pengeboran

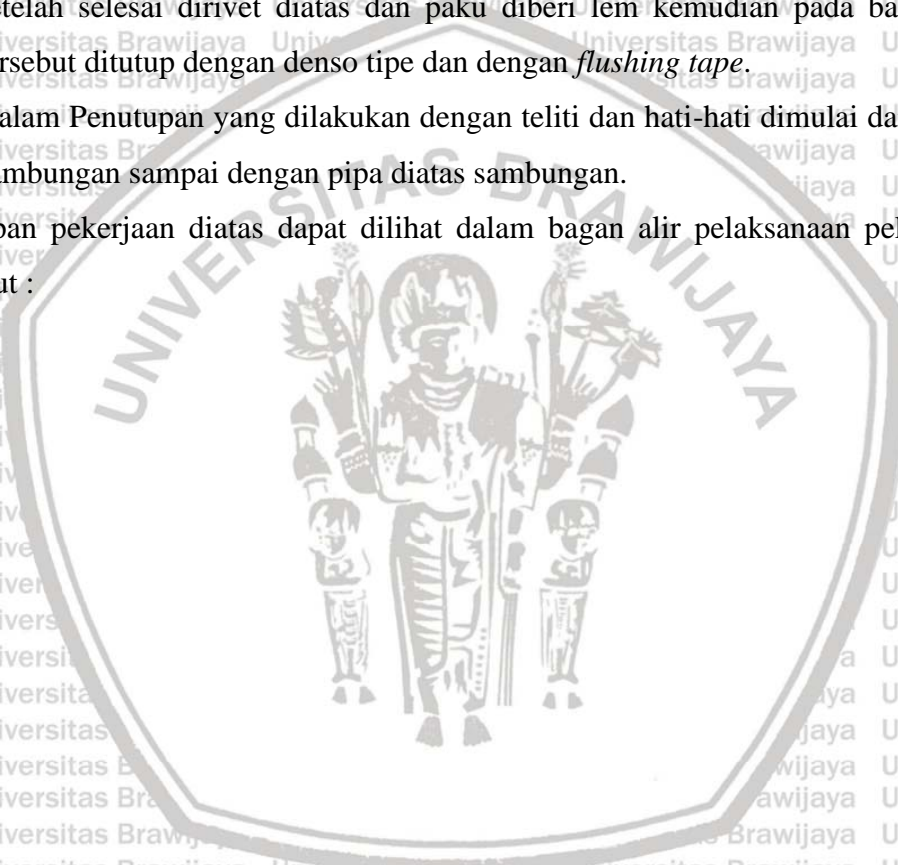
1. Mobil dan Demobil Mesin Bor
2. Pengeboran (Bor Kering)
3. Transit dan setup peralatan bor antar titik
4. Grouting + Material Grouting (Bentonite, Semen dan Pasir)

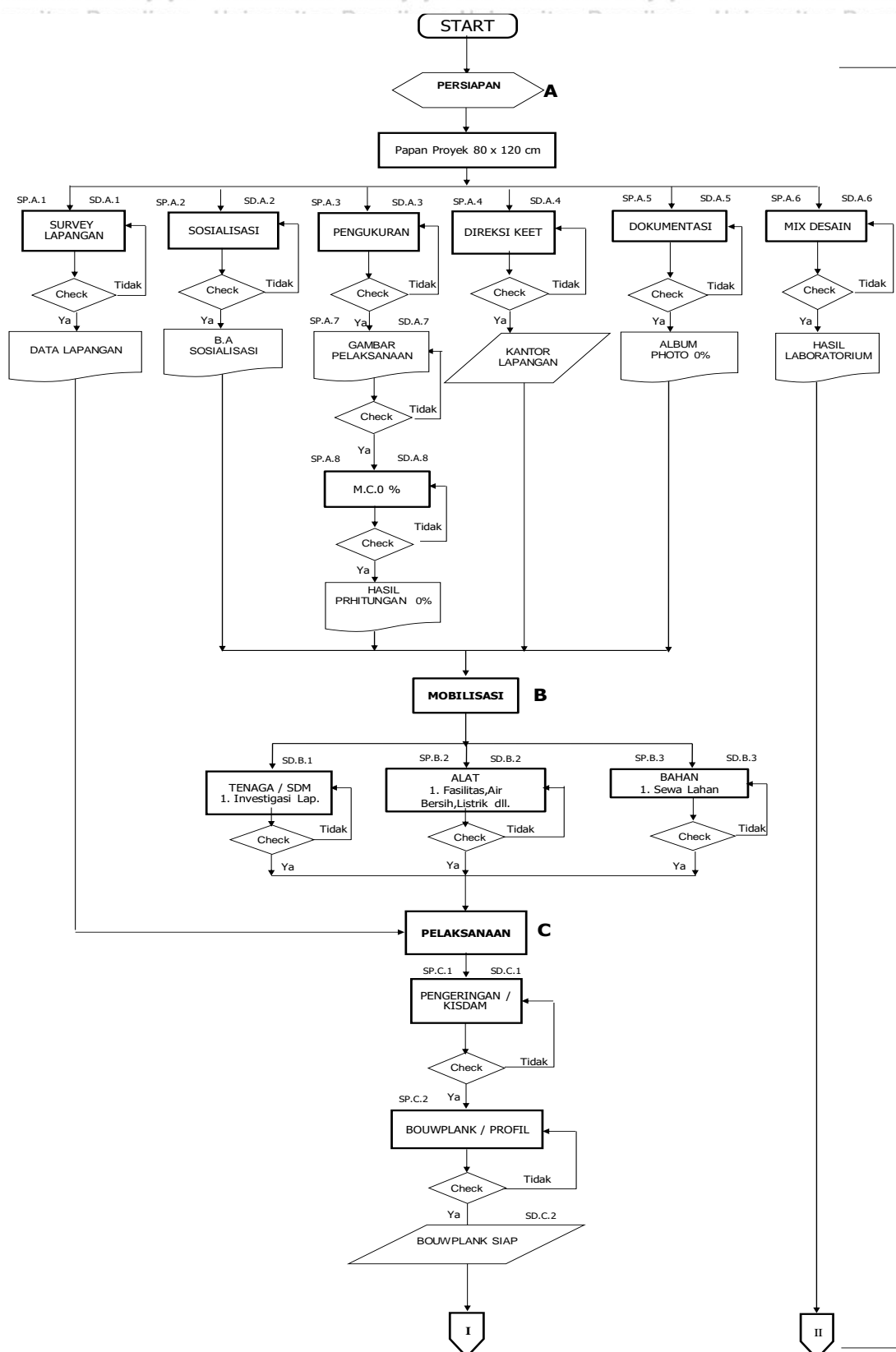
Cara Pemasangan Piezometer :

- a. Setelah timbunan sudah berada $\pm 1,5$ m diatas elevasi rencana, pekerjaan timbunan disekitar lokasi dihentikan sementara. Kemudian Pada titik tersebut dilakukan pengeboran sampai dengan elevasi rencana (disetujui oleh direksi).
- b. Setelah itu apabila sudah selesai, alat bor ditarik dan elevasi diukur, kemudian pasir yang sudah bersih dimasukkan dengan hati-hati sedalam $\pm 0,2$ m.
- c. Selanjutnya Alat porous plastic tip, drive in tip dan pipa di setting sedemikian rupa, kemudian
- d. dimasukkan kedalam lubang yang telah dibor.

- e. Setelah peralatan stand pipe piezometer terpasang, masukkan pasirdengan ketinggian $\pm 0,5$ m, dilanjutkan dengan bola-bola bentonitdengan ketinggian $\pm 0,5$ m dan dilanjutkan dengan material inti.
- f. Kemudian dalam Penyambungan pipa *Stand Pipe Piezometer*.
- g. Bagian pipa atas pipa diberi lem, kemudian dibor. Setelah bor diangkat, dimasukkan paku rivet yang sudah diberi lem dan dilanjutkan pemasangannya (*dirivet*). Selanjutnya pipa bagian atas diambil, dan masukkan kedalam *straight coupling* pada pipa yang sudah tertanam kemudian dibor. Kemudian diangkat kembali pipa tersebut, selanjutnya diberi lem dan dimasukkankembali kedalan *straight coupling*.
- h. setelah selesai *dirivet* diatas dan paku diberi lem kemudian pada bagiansambungan tersebut ditutup dengan denso tipe dan dengan *flushing tape*.
- i. Dalam Penutupan yang dilakukan dengan teliti dan hati-hati dimulai dari pipa dibawah sambungan sampai dengan pipa diatas sambungan.

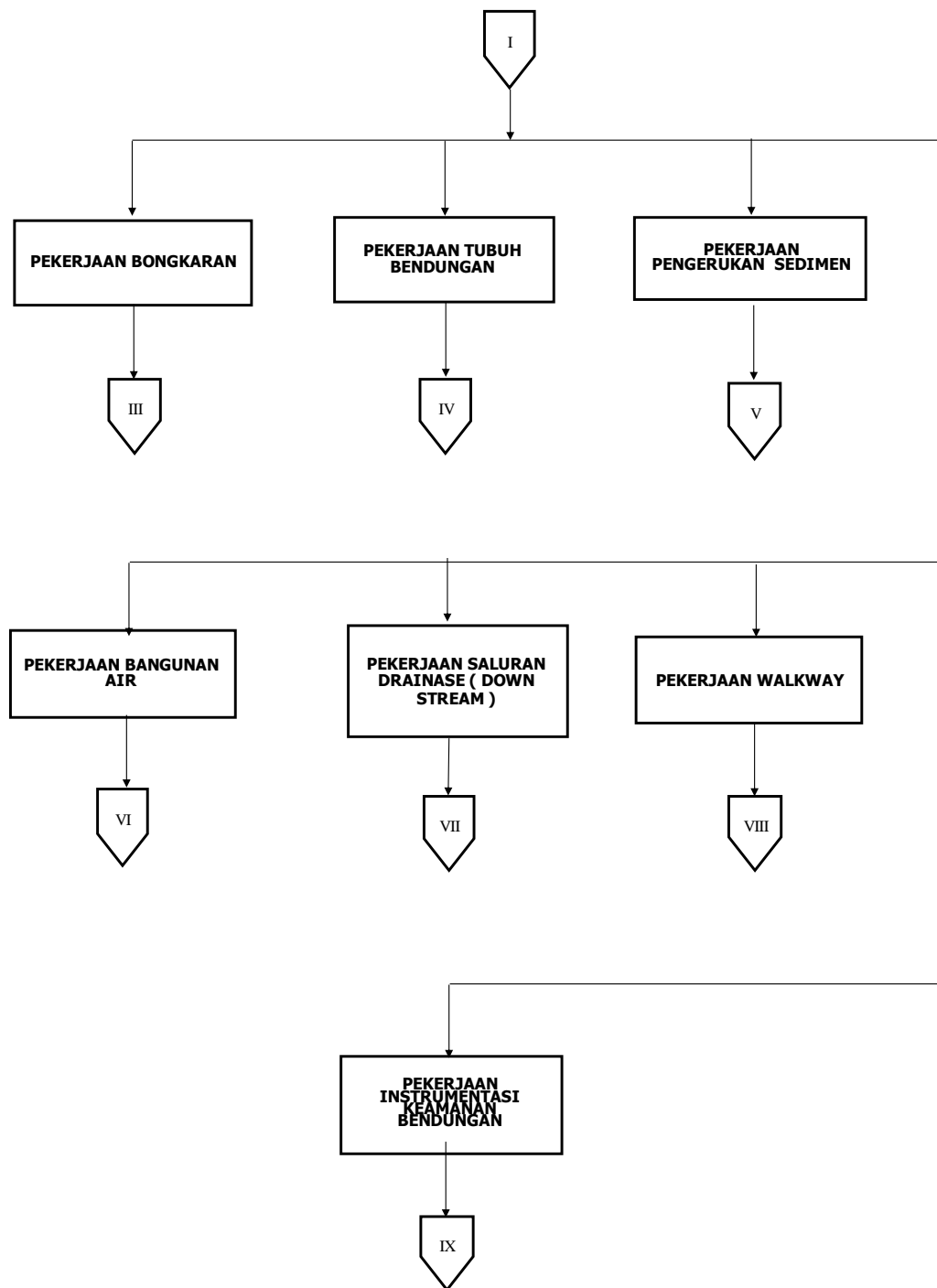
Tahapan pekerjaan diatas dapat dilihat dalam bagan alir pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut :





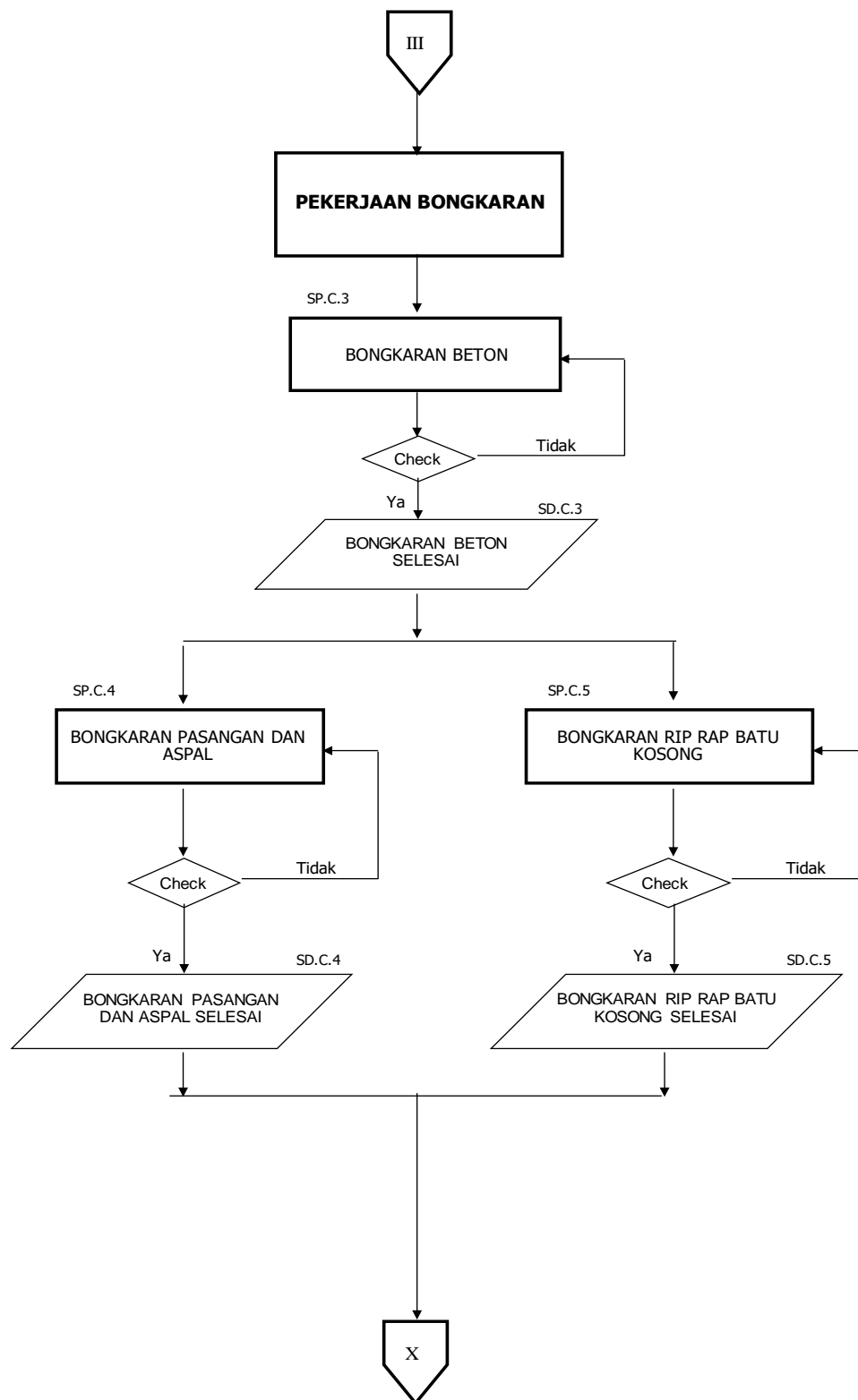
Gambar 4.1. Bagan alir pelaksanaan pekerjaan

Sumber : Ilustrasi pekerjaan (2021)



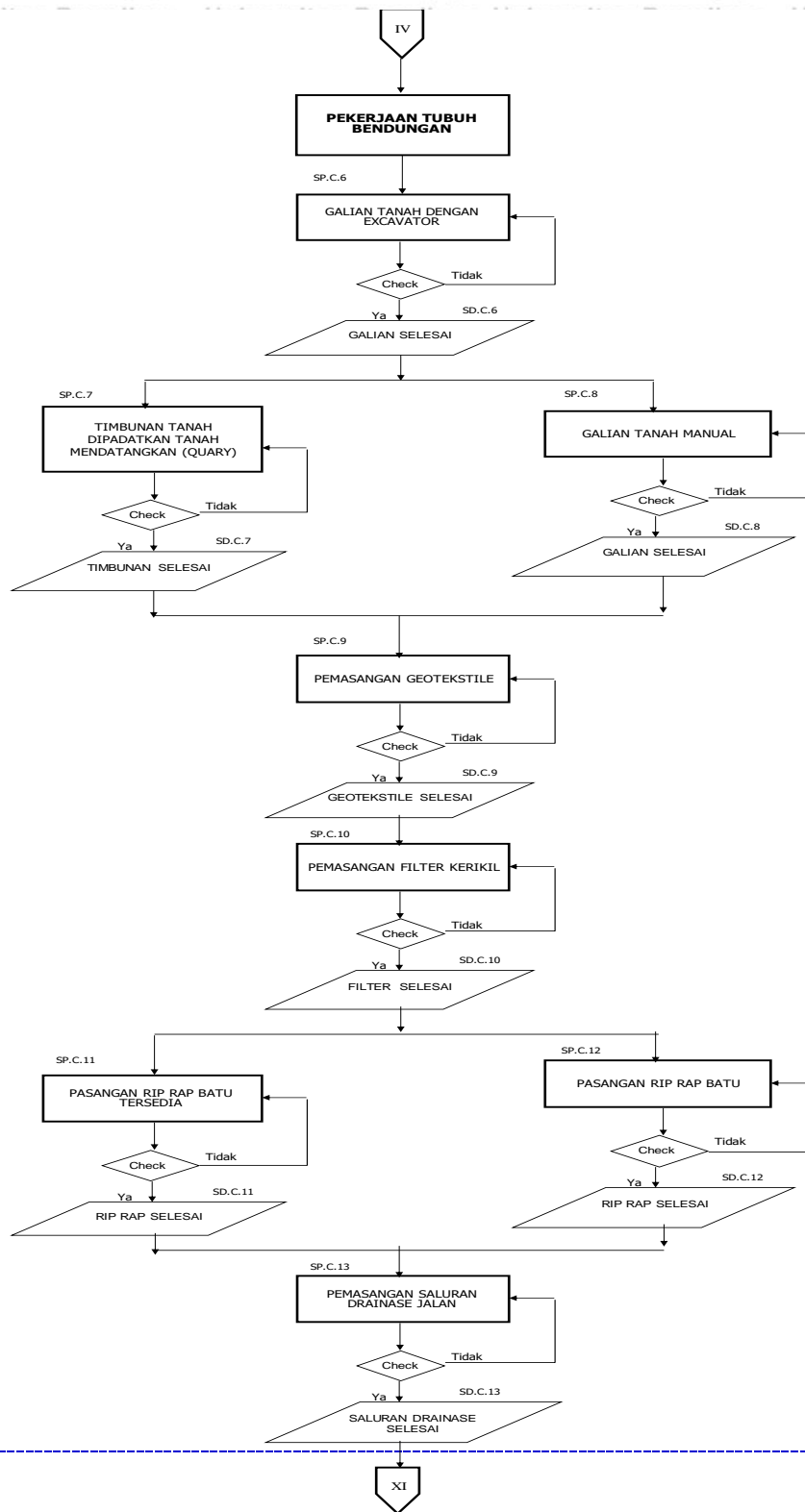
Gambar 4.2. Bagan alir pelaksanaan pekerjaan (lanjutan)

Sumber : Ilustrasi pekerjaan (2021)



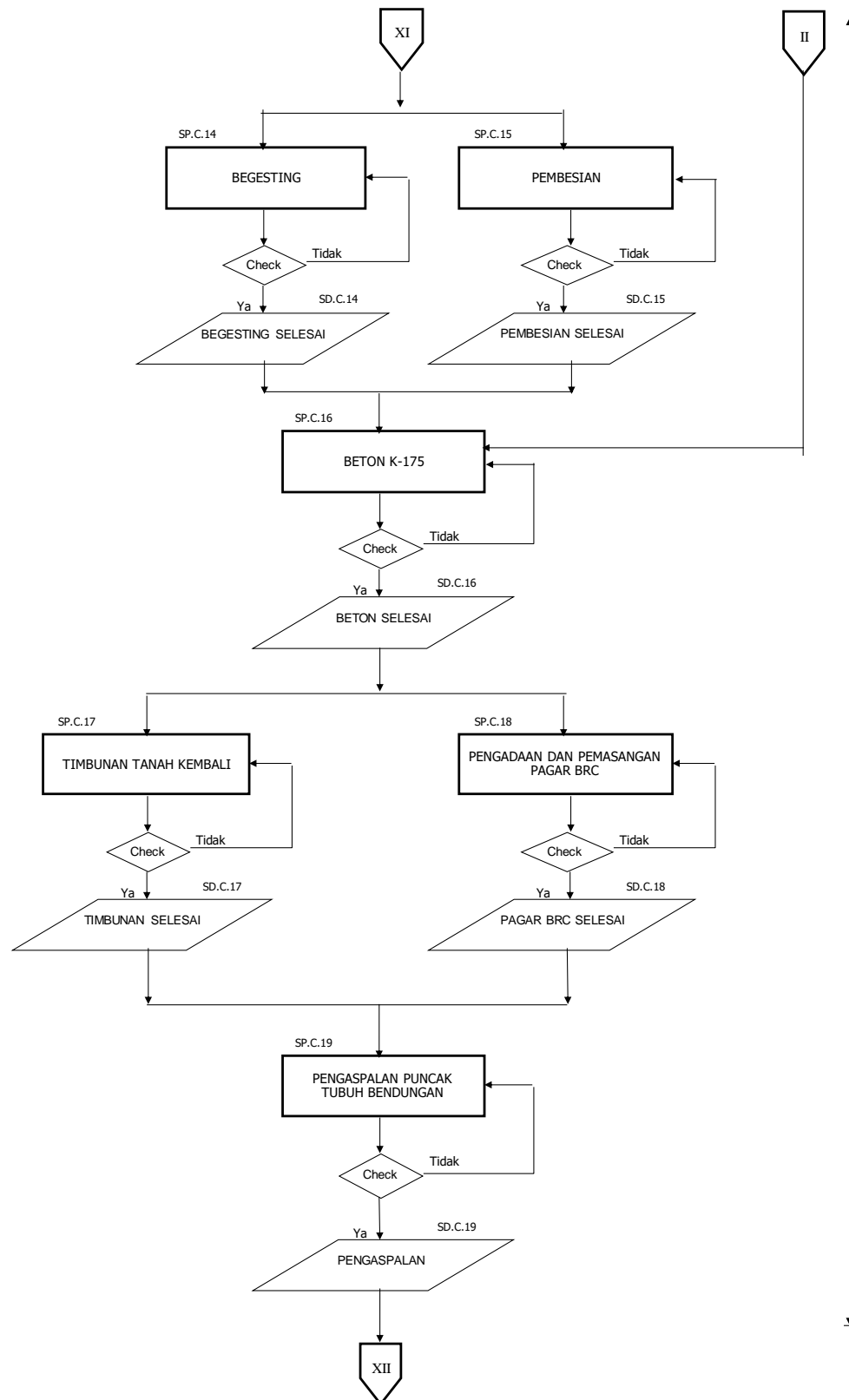
Gambar 4.3. Bagan alir pelaksanaan pekerjaan (lanjutan)

Sumber : Ilustrasi pekerjaan (2021)



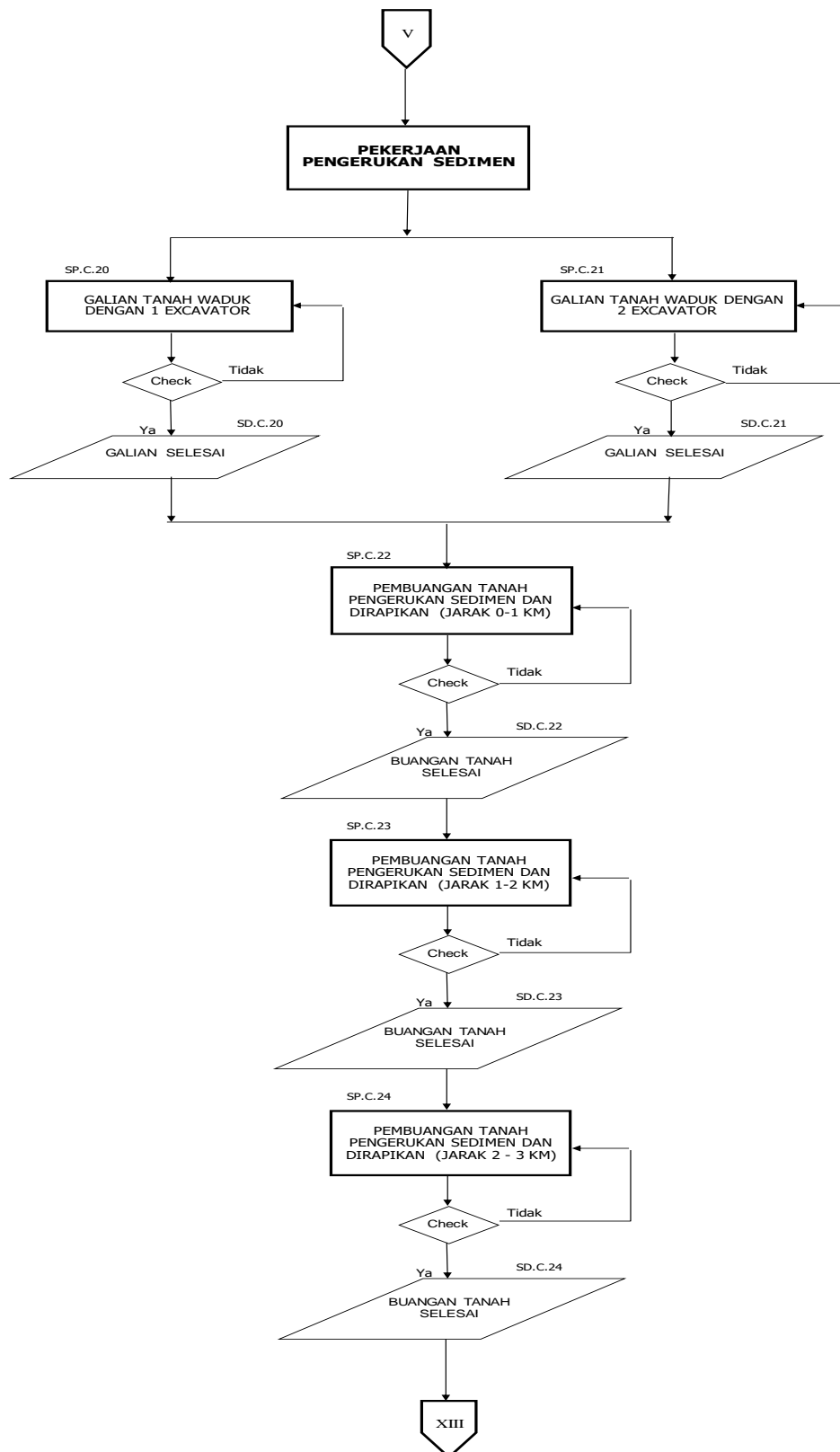
Gambar 4.4. Bagan alir pelaksanaan pekerjaan (lanjutan)

Sumber : Ilustrasi pekerjaan (2021)



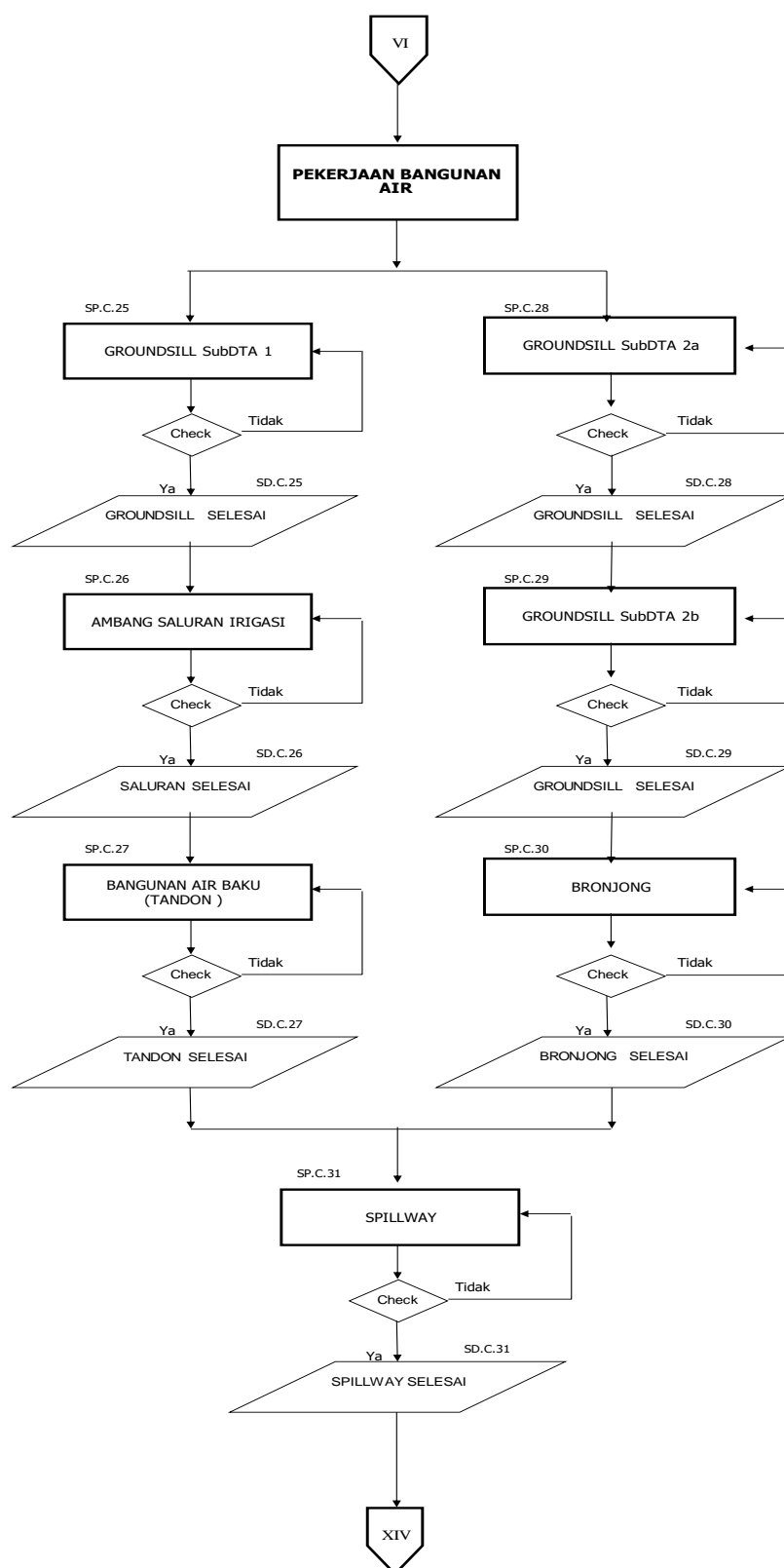
Gambar 4.5. Bagan alir pelaksanaan pekerjaan (lanjutan)

Sumber : Ilustrasi pekerjaan (2021)



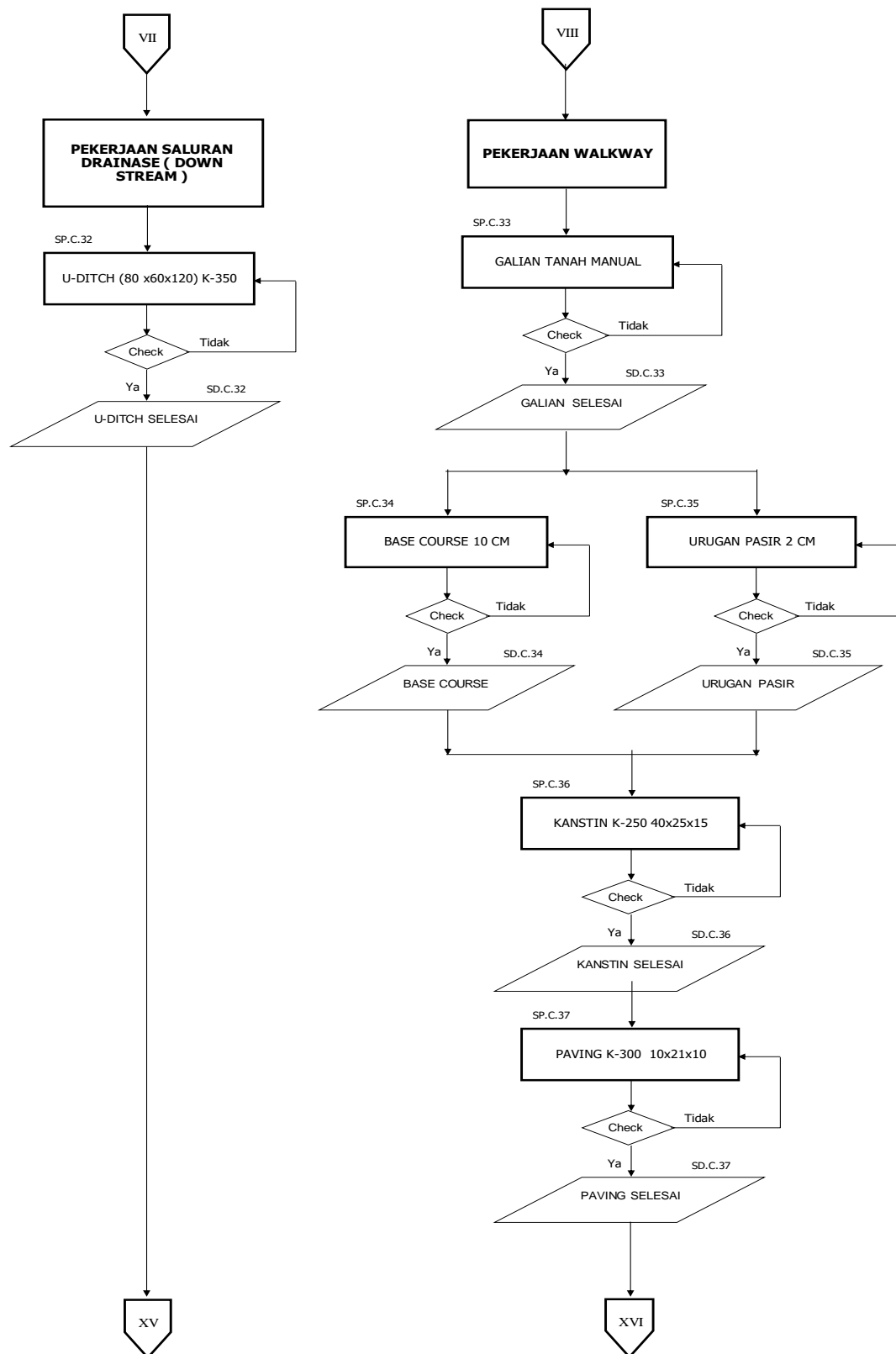
Gambar 4.6. Bagan alir pelaksanaan pekerjaan (lanjutan)

Sumber : Ilustrasi pekerjaan (2021)



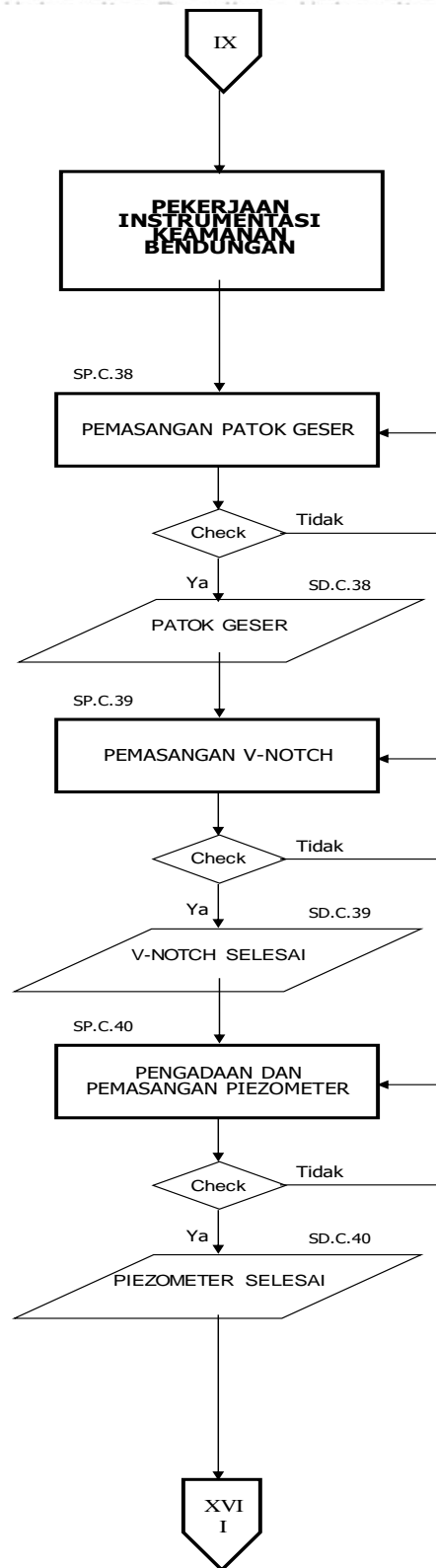
Gambar 4.7. Bagan alir pelaksanaan pekerjaan (lanjutan)

Sumber : Ilustrasi pekerjaan (2021)



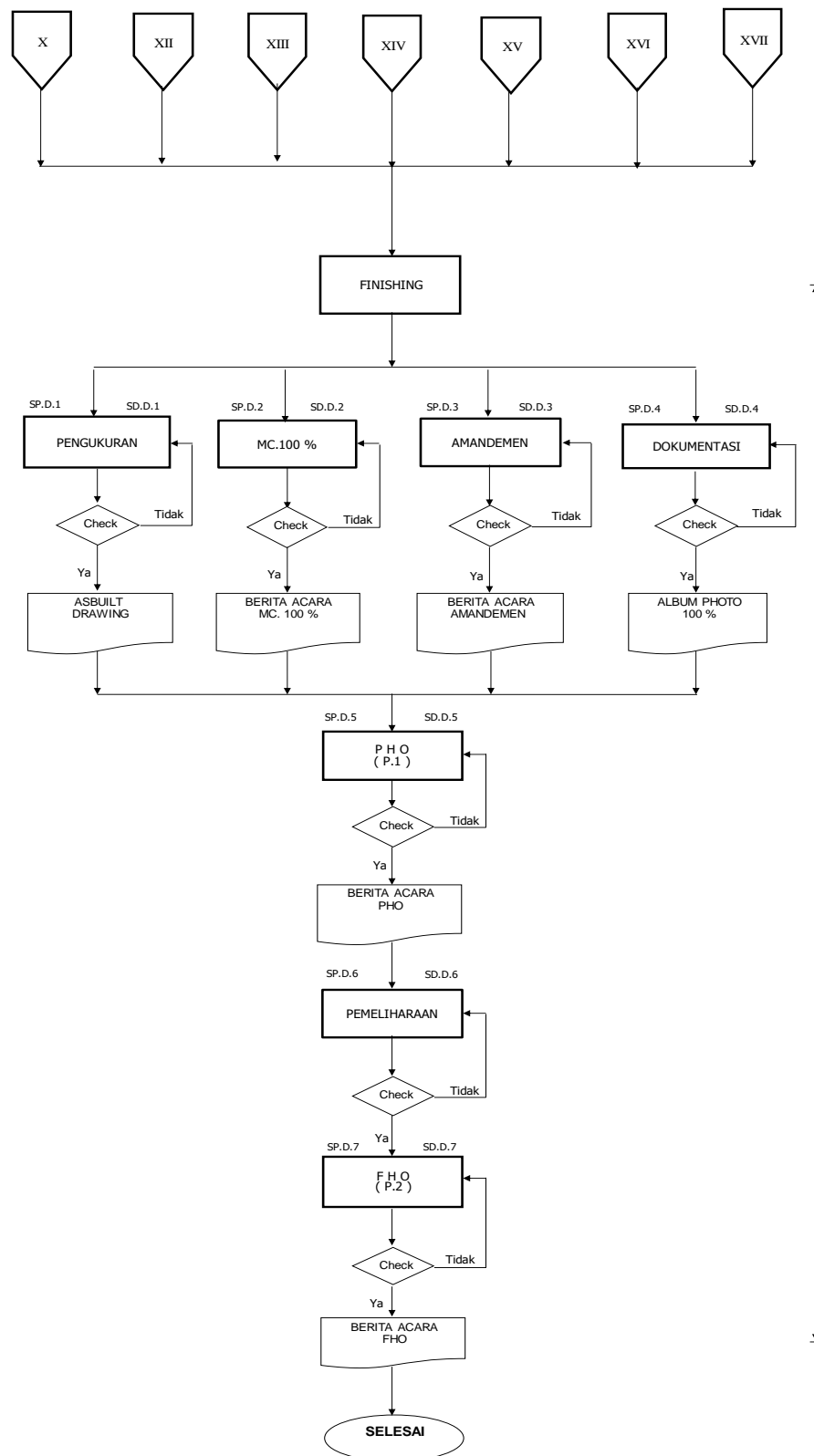
Gambar 4.8. Bagan alir pelaksanaan pekerjaan (lanjutan)

Sumber : Ilustrasi pekerjaan (2021)



Gambar 4.9. Bagan alir pelaksanaan pekerjaan (lanjutan)

Sumber : Ilustrasi pekerjaan (2021)



Gambar 4.10. Bagan alir pelaksanaan pekerjaan (akhir)

Sumber : Ilustrasi pekerjaan (2021)



LAMPIRAN III

HARGA SATUAN PEKERJAAN



Halaman ini sengaja dikosongkan

Bongkar 1 m³ pasangan batu

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	1,800	55.000,00	99.000,00
2	Mandor	OH	0,180	95.000,00	17.100,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja					116.100,00
B	Bahan				
Jumlah Harga Bahan					-
C	Peralatan				
Jumlah Harga Peralatan					-
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				116.100,00
E	Overhead + Profit		15%	x D	17.415,00
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m ³ (D+E)				133.515,00

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



JENIS PEKERJAAN : Timbunan Tanah Mendatangkan (Alat Berat)
 SATUAN PEMBAYARAN : M3

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja L.01	Jam	0,0928	55.000,00	5.104,00
2.	Mandor L.04	Jam	0,0464	95.000,00	4.408,00
JUMLAH HARGA TENAGA					9.512,00
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Tanah Timbunan M.17.c	m3	1,2000	65.000,00	78.000,00
JUMLAH HARGA BAHAN					78.000,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Excavator E10	Jam	0,0464	320.202,34	14.857,39
2.	Baby Roller E24	Jam	0,0583	60.080,58	3.501,96
JUMLAH HARGA PERALATAN					18.359,35
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				105.871,35
E.	OVERHEAD & PROFIT 15,0 % x D				15.880,70
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN				121.752,06

JENIS PEKERJAAN : Galian Tanah (Alat Berat)
 SATUAN PEMBAYARAN : M3

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja L.01	Jam	0,0928	55.000,00	5.104,00
2.	Mandor L.04	Jam	0,0464	95.000,00	4.408,00
JUMLAH HARGA TENAGA					9.512,00
B.	<u>BAHAN</u>				
JUMLAH HARGA BAHAN					0,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Excavator E10	Jam	0,0464	320.202,34	14.857,39
JUMLAH HARGA PERALATAN					14.857,39
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				24.369,39
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,00% x D				24,37
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN				24.393,76

Perapihan Batu Rip Rap (1 m³)

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	1,000	55.000,00	55.000,00
2	Tukang batu	OH	0,500	90.000,00	45.000,00
3	Kepala Tukang	OH	0,050	95.000,00	4.750,00
4	Mandor	OH	0,100	95.000,00	9.500,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja					114.250,00
B	Bahan				
Jumlah Harga Bahan					-
C	Peralatan				
Jumlah Harga Peralatan					-
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				114.250,00
E	Overhead + Profit		15% x D		17.137,50
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m ³ (D+E)				131.387,50
1	2	3	4	5	6
A.	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	L.01	OH	0,0921	55.000,00
2	Mandor	L.04	OH	0,0184	95.000,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja					6.813,50
B.	Bahan				
1	Produksi Batu Pecah 05-20 mm	-	m ³	0,8903	197.941,18
2	Produksi Batu Pecah 00-05 mm	-	m ³	0,6330	197.941,18
3	Portland Cement	M.483	Kg	46,2840	1.475,00
4	Aspal Curah	M.842	Kg	129,0384	10.510,00
Jumlah Harga Bahan					1.725.986,28
C	Peralatan				
1	Wheel Loader 1,0 - 1,6 m ³	E.40	Jam	0,0218	381.426,00
2	Asphlat Mixing Plant	E.3	Jam	0,0644	8.699.511,00
3	Generator Set 135 KVA	E.25	Jam	0,0644	479.785,00
4	Dump Truck 7,5 Ton	E.21	Jam	0,2420	636.984,00
5	Asphlat Finisher	E.2	Jam	0,0255	692.044,00
6	Tandem Roller 6 - 8 Ton	E.32	Jam	0,0651	436.343,00
7	Pneumatic Tire Roller 8 - 10 Ton	E.30	Jam	0,0194	472.455,00
Jumlah Harga Peralatan					808.830,56
D	Jumlah harga tenaga, bahan dan peralatan (A + B + C)				2.541.630,34
E	Overhead & profit		15% x D		381.244,55
F	Harga satuan pekerjaan (D + E)				2.922.874,89

Lapis resap (prime coat)

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A.	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,0003	55.000,00	16,50
2	Mandor	L.04	OH	0,0001	95.000,00	9,50
Jumlah Harga Tenaga Kerja						26,00
B.	Bahan					
1	Aspal Drum	-	Kg	0,7251	11.177,00	8.104,44
2	Minyak Tanah	-	L	0,3960	13.346,00	5.285,02
Jumlah Harga Bahan						13.389,46
C	Peralatan					
1	Asphlat Sprayer 850 L	E.40	Jam	0,0002	75.045,00	15,01
2	Compressor 4000 - 6500 l/m	E.3	Jam	0,0002	192.687,00	38,54
Jumlah Harga Peralatan						53,55
D	Jumlah harga tenaga, bahan dan peralatan (A + B + C)					13.469,01
E	Overhead & profit		15% x D			2.020,35
F	Harga satuan pekerjaan (D + E)					15.489,36

Aspal AC-WC tebal 3 cm

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A.	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,0037	55.000,00	203,50
2	Mandor	L.04	OH	0,0007	95.000,00	66,50
Jumlah Harga Tenaga Kerja						270,00
B.	Bahan					
1	Produksi Batu Pecah 05-20 mm	-	m ³	0,0307	197.941,18	6.076,79
2	Produksi Batu Pecah 00-05 mm	-	m ³	0,0298	197.941,18	5.898,65
3	Portland Cement	M.483	Kg	1,8514	1.475,00	2.730,82
4	Aspal Curah	M.842	Kg	5,9262	10.510,00	62.284,36
Jumlah Harga Bahan						76.990,62
C	Peralatan					
1	Wheel Loader 1,0 - 1,6 m ³	E.40	Jam	0,0009	381.426,00	343,28
2	Asphlat Mixing Plant	E.3	Jam	0,0026	8.699.511,00	22.618,73
3	Generator Set 135 KVA	E.25	Jam	0,0026	479.785,00	1.247,44
4	Dump Truck 7,5 Ton	E.21	Jam	0,0097	636.984,00	6.178,74
5	Asphlat Finisher	E.2	Jam	0,0013	692.044,00	899,66
6	Tandem Roller 6 - 8 Ton	E.32	Jam	0,0033	436.343,00	1.439,93
7	Pneumatic Tire Roller 8 - 10 Ton	E.30	Jam	0,0010	472.455,00	472,46
Jumlah Harga Peralatan						33.200,24
D	Jumlah harga tenaga, bahan dan peralatan (A + B + C)					110.460,86
E	Overhead & profit		15% x D			16.569,13
F	Harga satuan pekerjaan (D + E)					127.029,99

Lapis perekat (tack coat)

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A.	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,0003	55.000,00	16,50
2	Mandor	L.04	OH	0,0001	95.000,00	9,50
Jumlah Harga Tenaga Kerja						26,00
B.	Bahan					
1	Aspal Drum	-	Kg	0,9604	11.177,00	10.734,39
2	Minyak Tanah	-	L	0,2200	13.346,00	2.936,12
Jumlah Harga Bahan						13.670,51
C	Peralatan					
1	Asphlat Sprayer 850 L	E.40	Jam	0,0002	75.045,00	15,01
2	Compressor 4000 - 6500 l/m	E.3	Jam	0,0002	192.687,00	38,54
Jumlah Harga Peralatan						53,55
D	Jumlah harga tenaga, bahan dan peralatan (A + B + C)					13.750,06
E	Overhead & profit		15% x D		2.062,51	
F	Harga satuan pekerjaan (D + E)					15.812,57

Sirtu (sub grade) 20 cm

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A.	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,1368	55.000,00	7.524,00
2	Mandor	L.04	OH	0,0274	95.000,00	2.603,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja						10.127,00
B.	Bahan					
1	Pasir Urug (quarry)	-	Kg	1,1000	50.000,00	55.000,00
Jumlah Harga Bahan						55.000,00
C	Peralatan					
1	Wheel Loader 1,0 - 1,6 m ³	E.40	Jam	0,0125	381.426,00	4.767,83
2	Dump Truck 7,5 Ton	E.21	Jam	0,0816	636.984,00	51.977,89
5	Vibrator Temper	E.37	Jam	0,0109	48.839,00	532,35
Jumlah Harga Peralatan						57.278,06
D	Jumlah harga tenaga, bahan dan peralatan (A + B + C)					122.405,06
E	Overhead & profit		15%		x D	18.360,76
F	Harga satuan pekerjaan (D + E)					140.765,82

1 m Pemasangan U-Ditch 50x50x120

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	2,100	55.000,00	115.500,00
2	Tukang	OH	0,700	90.000,00	63.000,00
3	Mandor	OH	0,700	95.000,00	66.500,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja					245.000,00
B	Bahan				
1	U-Ditch 50x50x120	bh	1,000	549.651,00	549.651,00
Jumlah Harga Bahan					549.651,00
C	Peralatan				
	Truck Cane	Jam	0,08	108.425,00	8.674,00
Jumlah Harga Peralatan					8.674,00
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				803.325,00
E	Overhead + Profit		15%	x D	120.498,75
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m ² (D+E)				923.823,75

1 m³ Timbunan Pasir Filter

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6
A	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0,400	55.000,00	22.000,00
2	Mandor	OH	0,040	95.000,00	3.800,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja					25.800,00
B	Bahan				
1	Pasir urug	m ³	1,200	120.000,00	144.000,00
Jumlah Harga Bahan					144.000,00
C	Peralatan				
Jumlah Harga Peralatan					-
D	Jumlah Harga tenaga, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				169.800,00
E	Overhead + Profit		15%	x D	25.470,00
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m ³ (D+E)				195.270,00

Pemasangan Geosintetic Clay Liner (1 m²)

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6
A	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0,160	55.000,00	8.800,00
2	Tukang tembok/gali	OH	0,032	90.000,00	2.880,00
3	Mandor	OH	0,016	95.000,00	1.520,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja					13.200,00
B	Bahan				
1	Geosintetic Clay Liner	m ²	1,080	80.000,00	86.400,00
Jumlah Harga Bahan					86.400,00
C	Peralatan				
Jumlah Harga Peralatan					-
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				99.600,00
E	Overhead + Profit		15%	x D	14.940,00
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m ² (D+E)				114.540,00

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



JENIS PEKERJAAN : Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)
 SATUAN PEMBAYARAN : M3

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja L.01	Jam	0,1340	55.000,00	7.372,44
2.	Mandor L.04	Jam	0,0670	95.000,00	6.367,11
JUMLAH HARGA TENAGA					13.739,56
B.	<u>BAHAN</u>				
JUMLAH HARGA BAHAN					0,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Excavator E10	Jam	0,0670	320.202,34	21.460,67
JUMLAH HARGA PERALATAN					21.460,67
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				35.200,23
E.	OVERHEAD & PROFIT 15,00% x D				5.280,03
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN				40.480,26

JENIS PEKERJAAN : Buang Tanah Jarak 1-2 Km
 SATUAN PEMBAYARAN : M3

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
	JUMLAH HARGA TENAGA				0,00
B.	<u>BAHAN</u>				
	JUMLAH HARGA BAHAN				0,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
	1 Dump Truck	E08 Jam	0,0967	250.689,74	24.252,98
	JMLAH HARGA PERALATAN				24.252,98
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				24.252,98
E.	OVERHEAD & PROFIT 15,0 % x D				3.637,95
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN				27.890,93

JENIS PEKERJAAN
SATUAN PEMBAYARAN

: Buang Tanah Jarak 2-5 Km
: M3

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
	JUMLAH HARGA TENAGA				0,00
B.	<u>BAHAN</u>				
	JUMLAH HARGA BAHAN				0,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1	Dump Truck E08	Jam	0,1967	250.689,74	49.321,95
	JUMLAH HARGA PERALATAN				49.321,95
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				49.321,95
E.	OVERHEAD & PROFIT 15,0 % x D				7.398,29
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN				56.720,25

1 m³ Timbunan tanah atau urugan tanah kembali

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,330	55.000,00	18.150,00
2	Mandor	L.04	OH	0,033	95.000,00	3.135,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja						21.285,00
B	Bahan					
Jumlah Harga Bahan						-
C	Peralatan					
Jumlah Harga Peralatan						-
D	Jumlah Harga tenaga, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					21.285,00
E	Overhead + Profit			15%	x D	3.192,75
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m ³ (D+E)					24.477,75

Beton Cyclop K-175

Beton Cylcop R-175

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	1,323	55.000,00	72.765,00
2	Tukang batu	OH	0,189	90.000,00	17.010,00
3	Kepala tukang	OH	0,019	95.000,00	1.805,00
4	Mandor	OH	0,132	95.000,00	12.568,50
Jumlah Harga Tenaga Kerja					104.148,50
B	Bahan				
1	Batu Belah	m3	0,48	190.000,00	91.200,00
2	PC / Portland Cement	kg	211,9	1.075,00	227.792,50
3	PB / Pasir Beton	kg	494	128,82	63.635,19
4	Kr / Krikil	kg	668,85	116,35	77.820,76
5	Air	L	215	12,50	2.687,50
Jumlah Harga Bahan					463.135,96
C	Peralatan				
1	Molen	Sewa-hari	0,250	160.000,00	40.000,00
Jumlah Harga Peralatan					40.000,00
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				607.284,46
E	Overhead + Profit		15%	x D	91.092,67
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m ³ (D+E)				698.377,12

Menggunakan molen

1 m³ beton mutu, f'_c = 14,5 MPa (K175), slump (12±2) cm, w/c = 0,66

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	1,323	55.000,00	72.765,00
2	Tukang batu	L.02	OH	0,189	90.000,00	17.010,00
3	Kepala tukang	L.03	OH	0,019	95.000,00	1.805,00
4	Mandor	L.04	OH	0,132	95.000,00	12.568,50
Jumlah Harga Tenaga Kerja						104.148,50
B	Bahan					
1	PC / Portland Cement	M.15.a	kg	326	1.075,00	350.450,00
2	PB / Pasir Beton	M.14.a	kg	760	128,82	97.900,30
3	Kr / Krikil	M.12	kg	1029	116,35	119.724,25
4	Air	M.02	L	215	12,50	2.687,50
Jumlah Harga Bahan						570.762,05
C	Peralatan					
1	Molen	E.28.b	Sewa-hari	0,250	160.000,00	40.000,00
Jumlah Harga Peralatan						40.000,00
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					714.910,55
E	Overhead + Profit			15% x D		107.236,58
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m ³ (D+E)					822.147,13

Plesteran tebal 1,5 cm, dengan mortar jenis PC-PP tipe S

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0,384	55.000,00	21.120,00
2	Tukang batu	OH	0,192	90.000,00	17.280,00
3	Kepala Tukang	OH	0,019	95.000,00	1.805,00
4	Mandor	OH	0,038	95.000,00	3.610,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja					43.815,00
B	Bahan				
1	Pasir Pasang	m ³	0,030	270.000,00	8.100,00
2	Portland Cement	kg	7,776	26,88	208,98
Jumlah Harga Bahan					8.308,98
C	Peralatan				
Jumlah Harga Peralatan					-
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				52.123,98
E	Overhead + Profit			15% x D	7.818,60
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m ² (D+E)				59.942,58

Mortar tipe N (mutu PP tertentu setara dengan campuran 1 PC:4 PP)

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	2,700	55.000,00	148.500,00
2	Tukang batu	OH	0,900	90.000,00	81.000,00
3	Kepala Tukang	OH	0,090	95.000,00	8.550,00
4	Mandor	OH	0,270	95.000,00	25.650,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja					263.700,00
B	Bahan				
1	Batu kali	m ³	1,200	190.000,00	228.000,00
2	Pasir Pasang	m ³	0,520	270.000,00	140.400,00
3	Portland Cement	kg	163,000	1.075,00	175.225,00
Jumlah Harga Bahan					543.625,00
C	Peralatan				
1	Molen	Sewa-hari	0,167	160.000,00	26.720,00
Jumlah Harga Peralatan					26.720,00
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				834.045,00
E	Overhead + Profit		15%	x D	125.106,75
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m ³ (D+E)				959.151,75

Menggunakan Molen

1 m³ beton mutu, f'c = 9,8 MPa (K125), slump (12±2) cm, w/c = 0,78

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	1,323	55.000,00	72.765,00
2	Tukang batu	L.02	OH	0,189	90.000,00	17.010,00
3	Kepala tukang	L.03	OH	0,019	95.000,00	1.805,00
4	Mandor	L.04	OH	0,132	95.000,00	12.540,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja						104.120,00
B	Bahan					
1	PC / Portland Cement	M.15.a	kg	276	1.075,00	296.700,00
2	PB / Pasir Beton	M.14.a	kg	828	128,82	106.659,80
3	Kr / Krikil	M.12	kg	1012	116,35	117.746,30
4	Air	M.02	L	215	12,50	2.687,50
Jumlah Harga Bahan						523.793,60
C	Peralatan					
1	Molen	E.28.b	Sewa-hari	0,250	160.000,00	40.000,00
Jumlah Harga Peralatan						40.000,00
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					667.913,60
E	Overhead + Profit		15%	x D		100.187,04
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m ³ (D+E)					768.100,63

1 m3 Pasangan Bronjong Kawat pabrikasi untuk P.06b

(Tenaga kerja untuk 1 m3 volume batu bronjong)

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja *)				
1	Pekerja (isian batu dan pemasangan)	OH	0,600	55.000,00	33.000,00
2	Mandor	OH	0,060	95.000,00	5.700,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja					38.700,00
B	Bahan				
1	Batu / batu belah *)	m3	1,40	190.000,00	266.000,00
2	Kawat Bronjong	bh	1,00	250.000,00	250.000,00
Jumlah Harga Bahan					516.000,00
C	Peralatan				
Jumlah Harga Peralatan					-
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				554.700,00
E	Overhead + Profit		15%	x D	83.205,00
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m ³ (D+E)				637.905,00

Pemasangan Geotekstil (1 m²) Tipe-A

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0,100	55.000,00	5.500,00
2	Tukang tembok/gali	OH	0,020	90.000,00	1.800,00
3	Mandor	OH	0,010	95.000,00	950,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja					8.250,00
B	Bahan				
1	Geotekstil	m ²	1,050	60.000,00	63.000,00
Jumlah Harga Bahan					63.000,00
C	Peralatan				
Jumlah Harga Peralatan					-
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				71.250,00
E	Overhead + Profit		15%	x D	10.687,50
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m ² (D+E)				81.937,50

1 m3 Beton K. 225

Menggunakan Ready Mixed

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	1,000	55.000,00	55.000,00
2	Tukang batu	L.02	OH	0,250	90.000,00	22.500,00
3	Kepala tukang	L.03	OH	0,025	95.000,00	2.375,00
4	Mandor	L.04	OH	0,100	95.000,00	9.500,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja						89.375,00
B	Bahan *					
1	Campuran Beton Ready Mixed K.225	M.09.c	m3	1,02	1.168.784,32	1.192.160,01
Jumlah Harga Bahan						1.192.160,01
C	Peralatan					
1	Pompa dan conveyor beton	E.35	Sewa-hari	0,120	200.000,00	24.000,00
Jumlah Harga Peralatan						24.000,00
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					1.305.535,01
E	Overhead + Profit		15%	x D		195.830,25
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m ³ (D+E)					1.501.365,26

1 m Pemasangan U-Ditch 60x80x120

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	2,100	55.000,00	115.500,00
2	Tukang	OH	0,700	90.000,00	63.000,00
3	Mandor	OH	0,700	95.000,00	66.500,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja					245.000,00
B	Bahan				
1	U-Ditch 60x80x120	bh	1,000	841.434,00	841.434,00
Jumlah Harga Bahan					841.434,00
C	Peralatan				
	Truck Cane	Jam	0,08	108.425,00	8.674,00
Jumlah Harga Peralatan					8.674,00
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				1.095.108,00
E	Overhead + Profit		15% x D		164.266,20
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m2 (D+E)				1.259.374,20

1 m2 Pemasangan Paving Block Natural

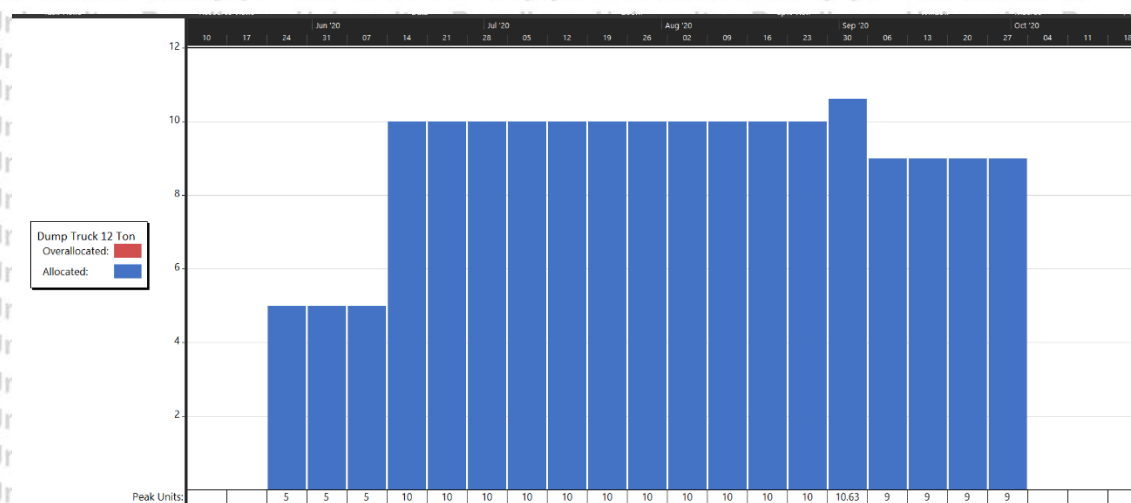
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0,250	55.000,00	13.750,00
2	Tukang Batu	OH	0,500	90.000,00	45.000,00
3	Kepala tukang	OH	0,025	95.000,00	2.375,00
4	Mandor	OH	0,003	95.000,00	237,50
Jumlah Harga Tenaga Kerja					61.362,50
B	Bahan				
1	Paving Block Natural	m2	1,050	63.000,00	66.150,00
2	Kanstin	m	3,200	160.000,00	512.000,00
2	Pasir Pasang	m3	0,100	270.000,00	27.000,00
Jumlah Harga Bahan					605.150,00
C	Peralatan				
Jumlah Harga Peralatan					-
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				666.512,50
E	Overhead + Profit		15% x D		99.976,88
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m2 (D+E)				766.489,38

LAMPIRAN IV

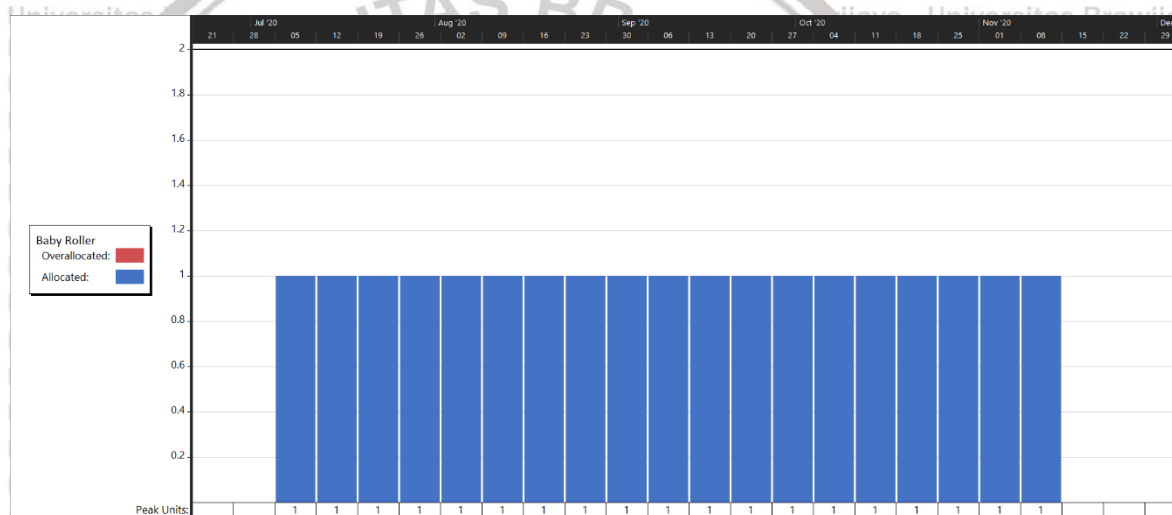
GRAFIK ALAT BERAT SETELAH OPTIMASI







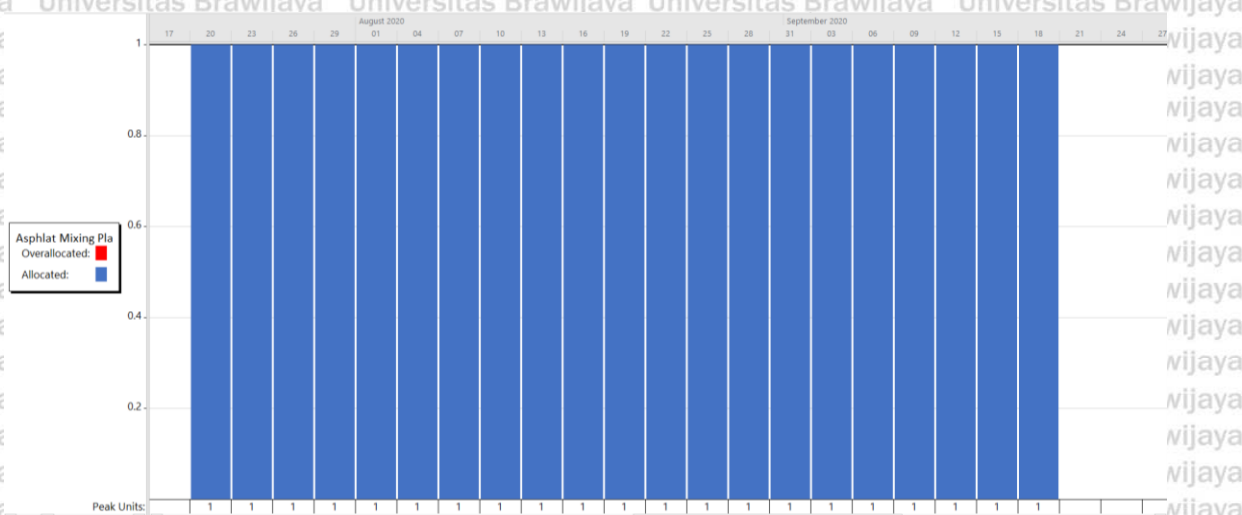
Dump Truck 12 Ton



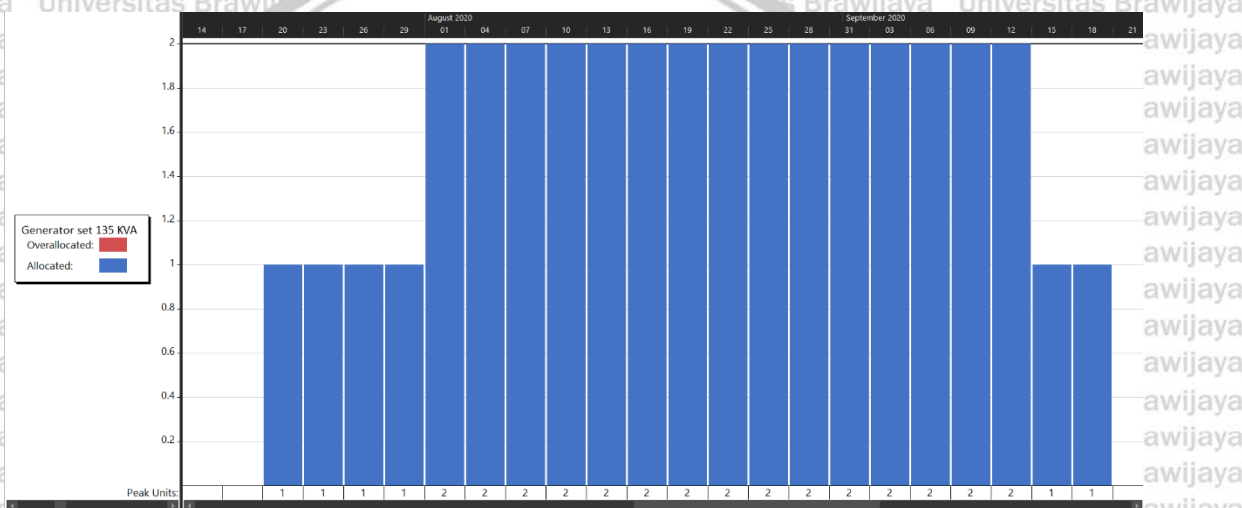
Baby Roller



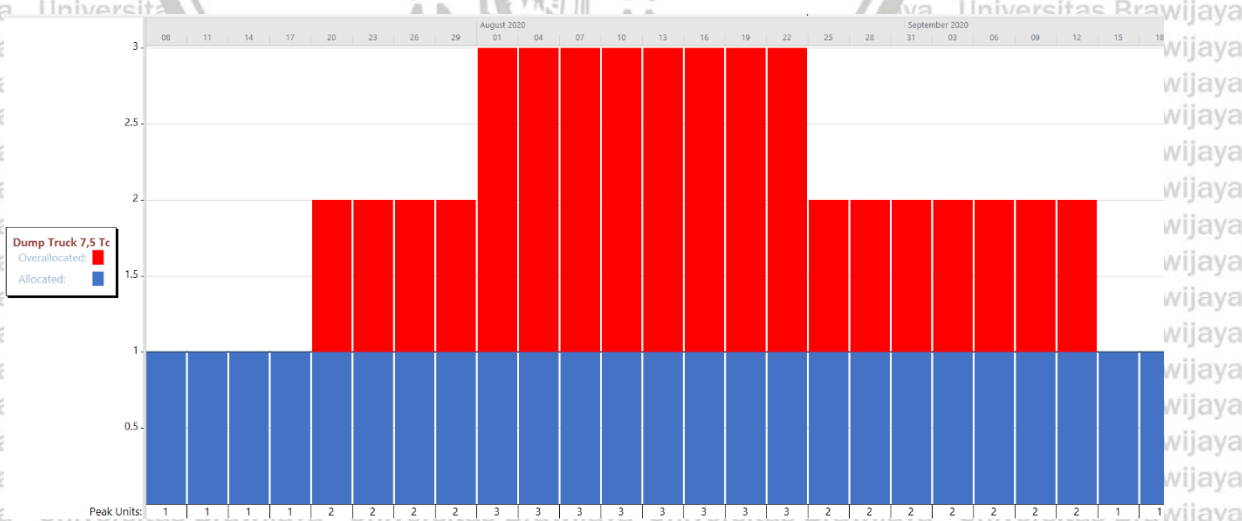
Asphalt Mixing Plant sebelum dioptimasi



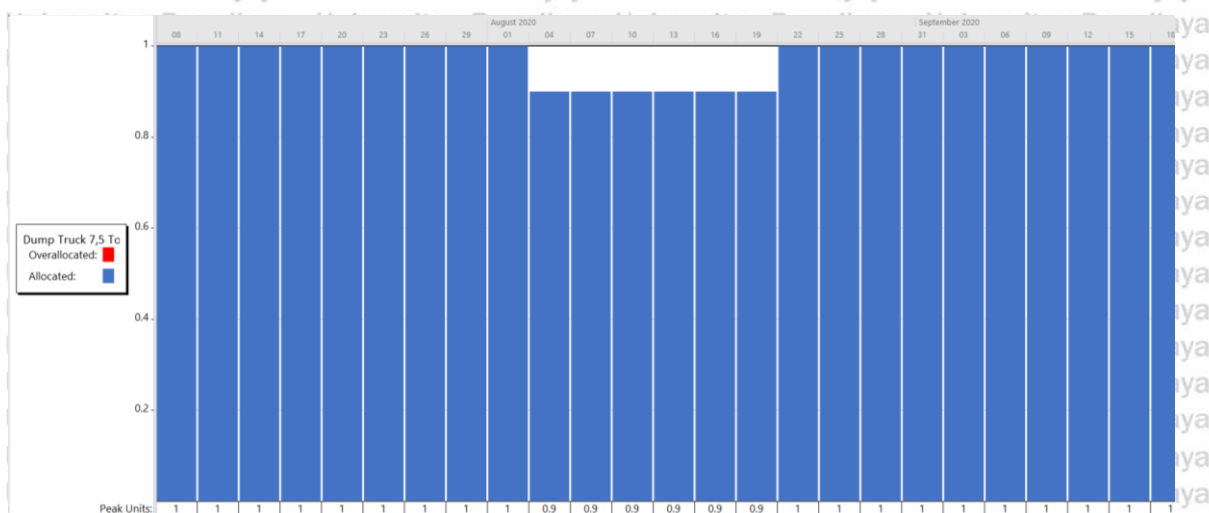
Asphalt Mixing Plant setelah dioptimasi



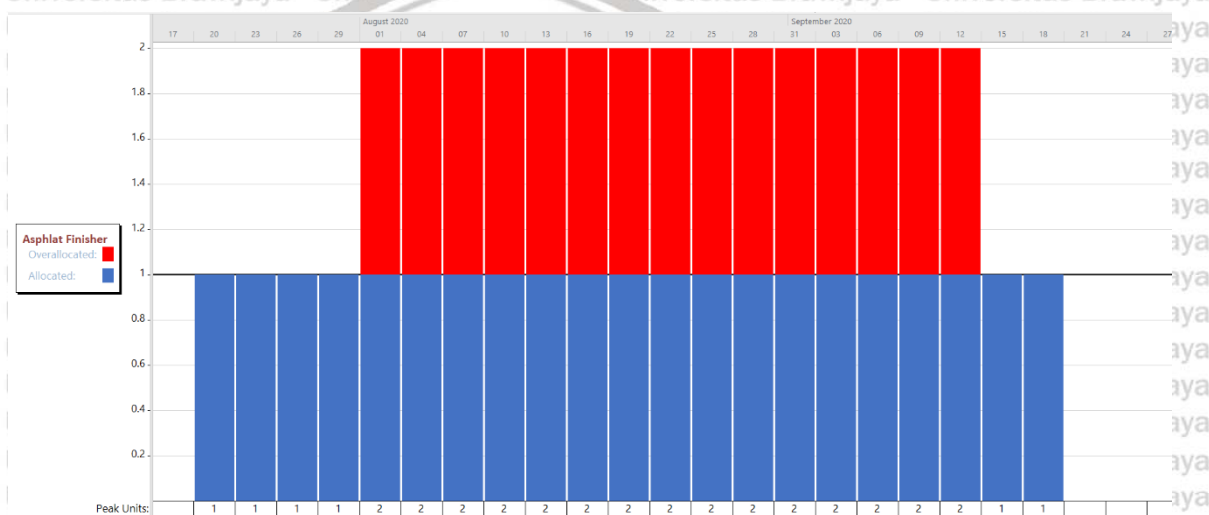
Generator Set 135 KVA



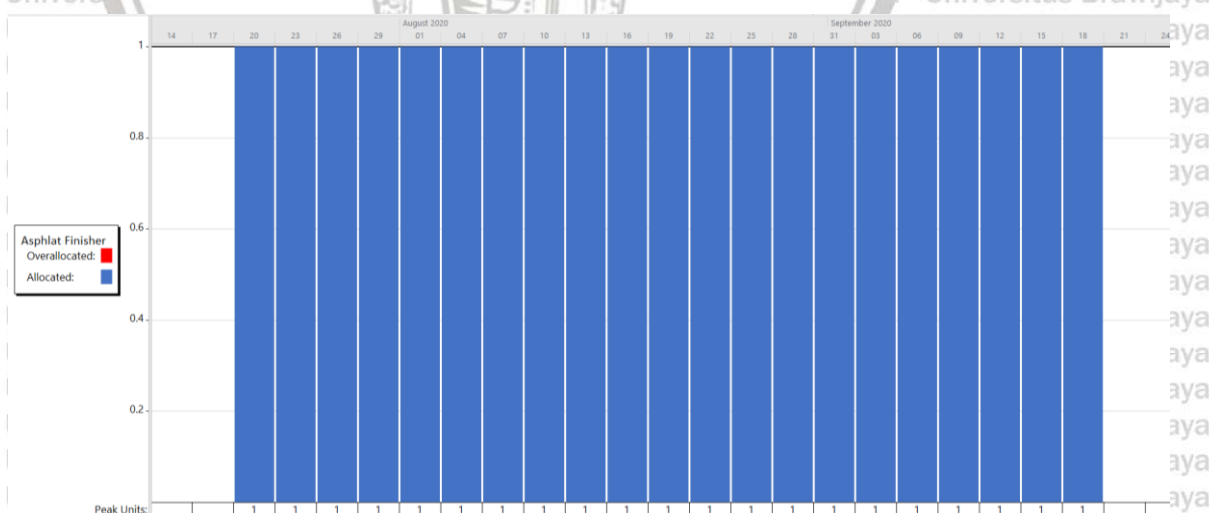
Dump Truck 7,5 Ton sebelum dioptimasi



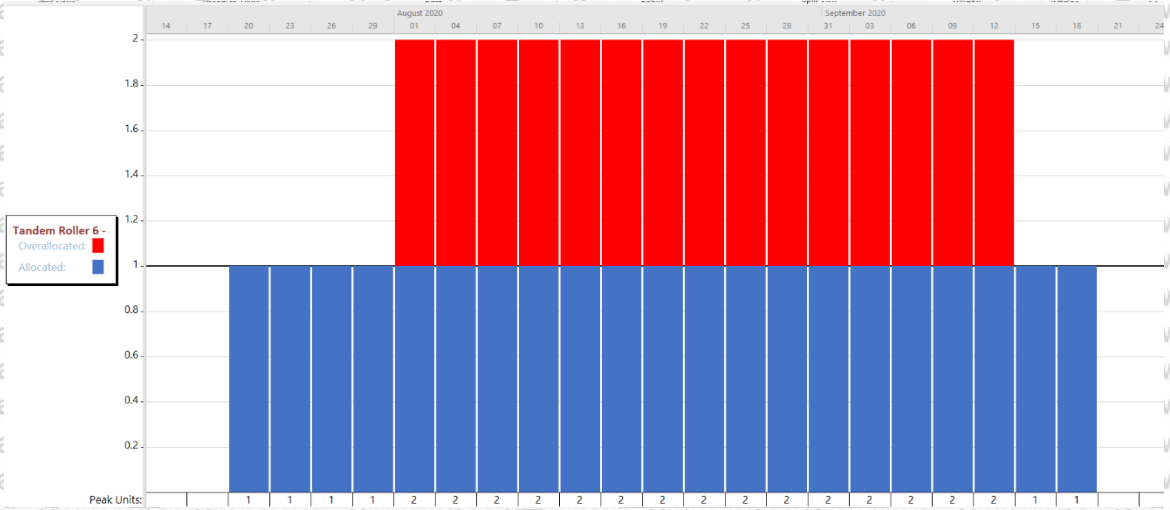
Dump Truck 7,5 Ton setelah dioptimasi



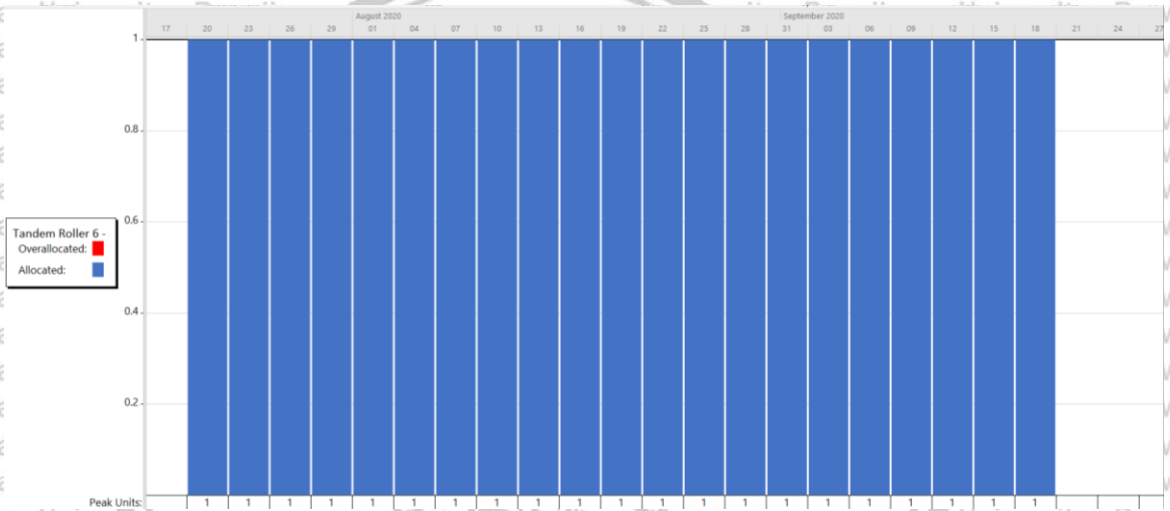
Asphalt Finisher sebelum dioptimasi



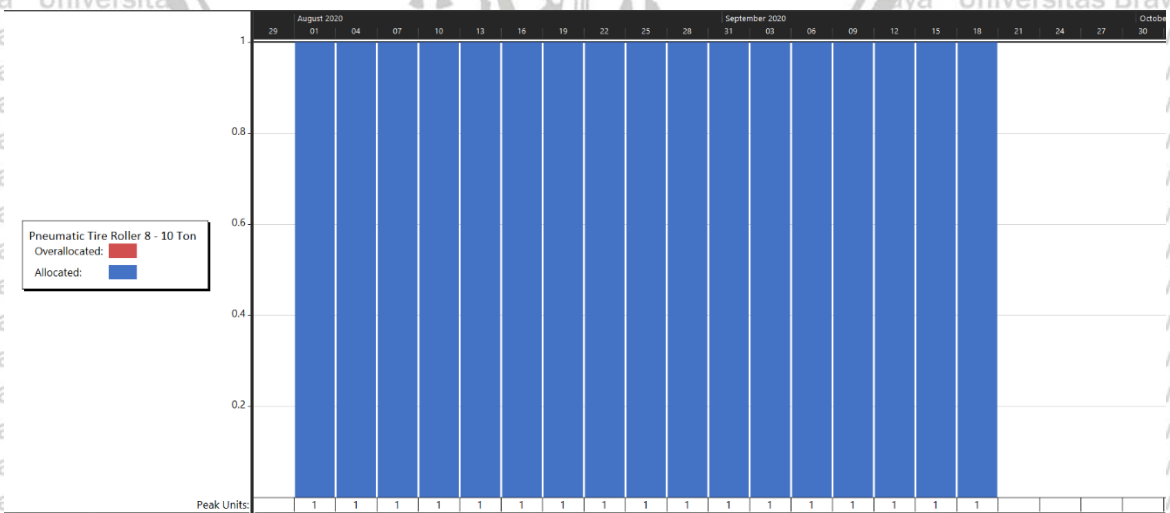
Asphalt Finisher setelah dioptimasi



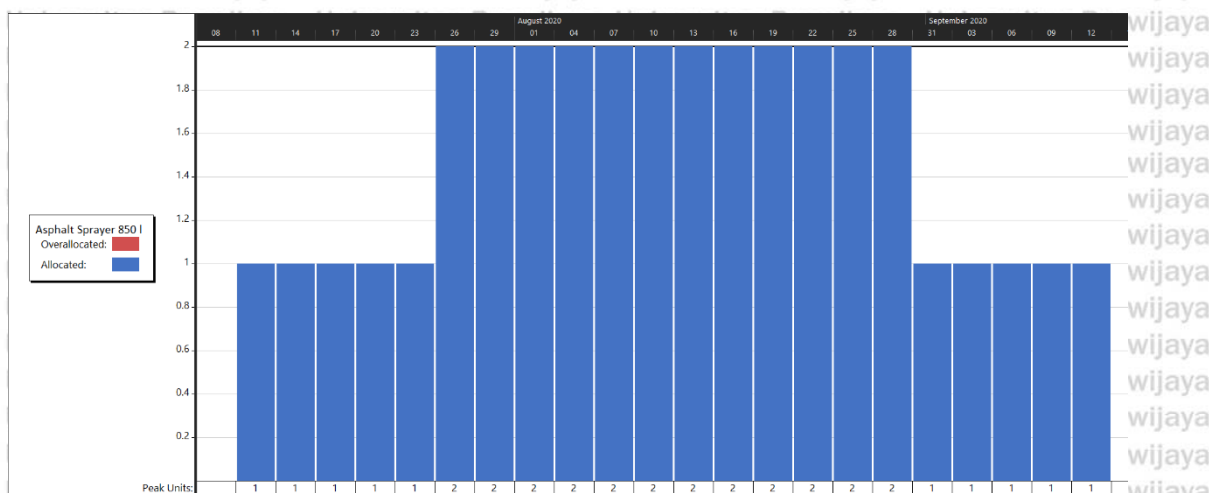
Tandem Roller 6 – 8 Ton sebelum dioptimasi



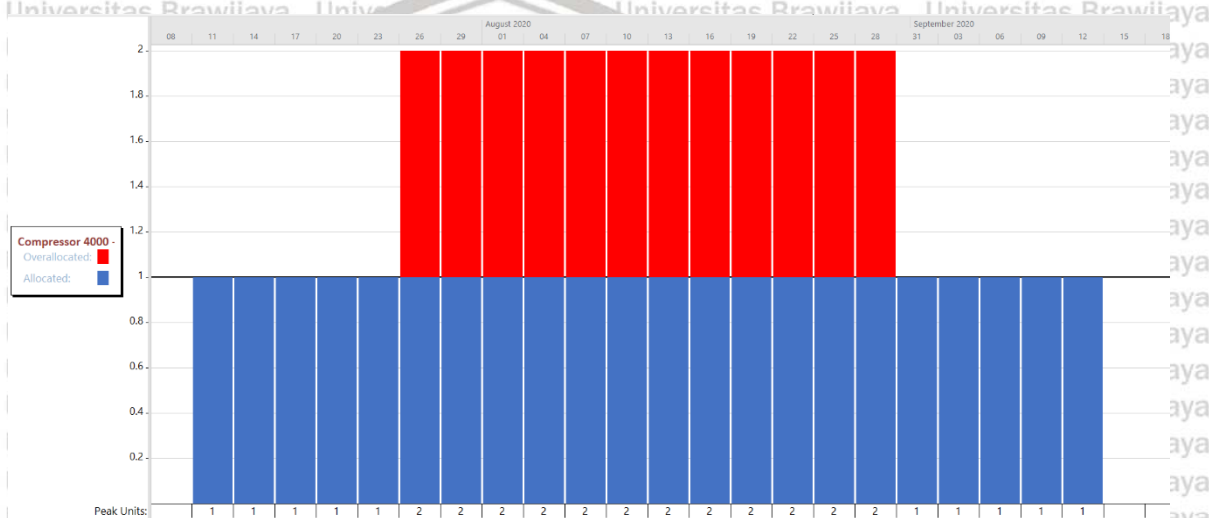
Tandem Roller 6 – 8 Ton setelah dioptimasi



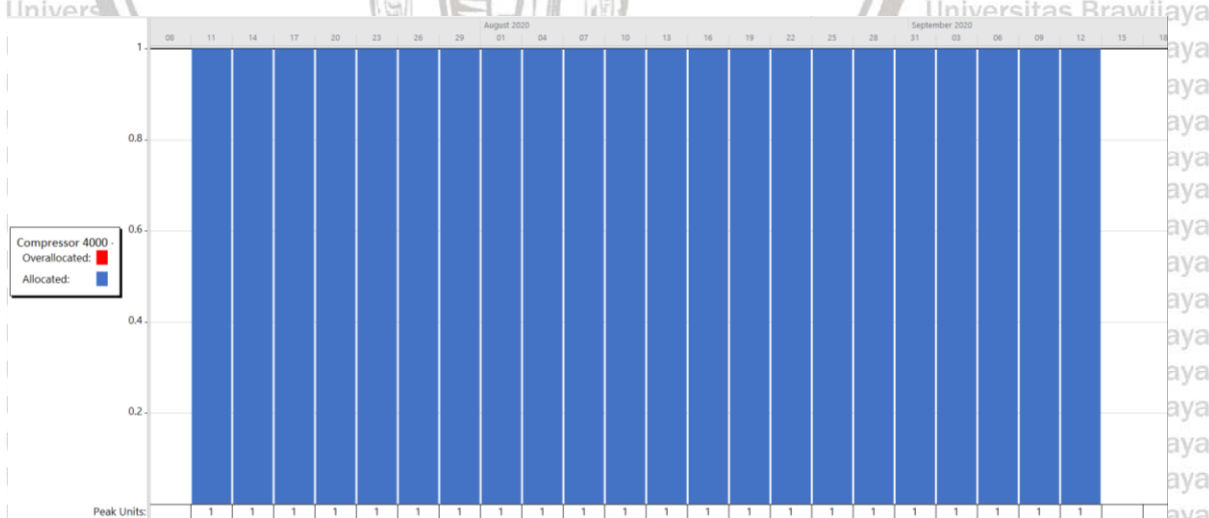
Pneumatic Tire Roller 8 – 10 Ton



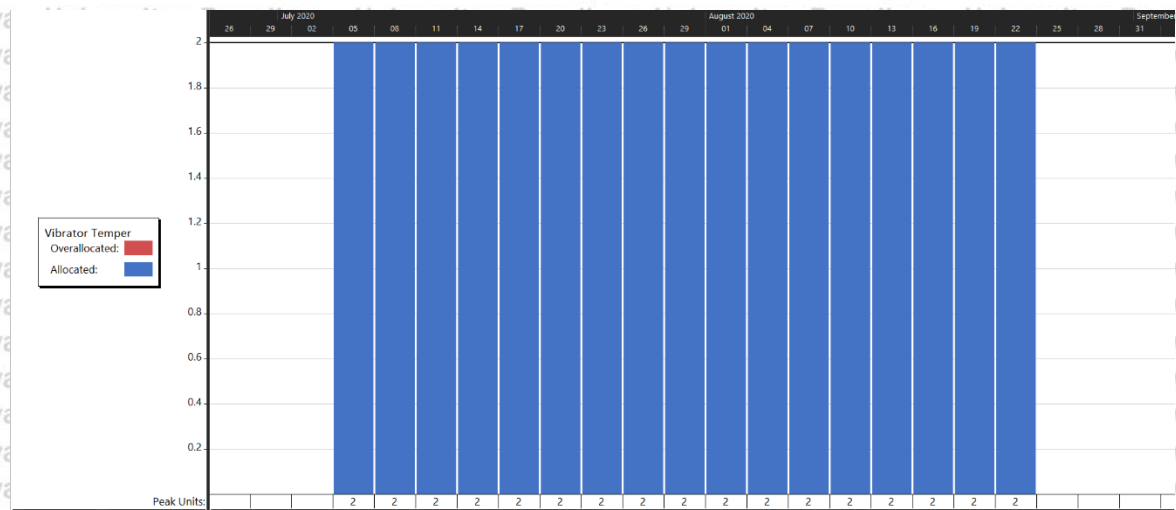
Asphalt Srayer 850 L



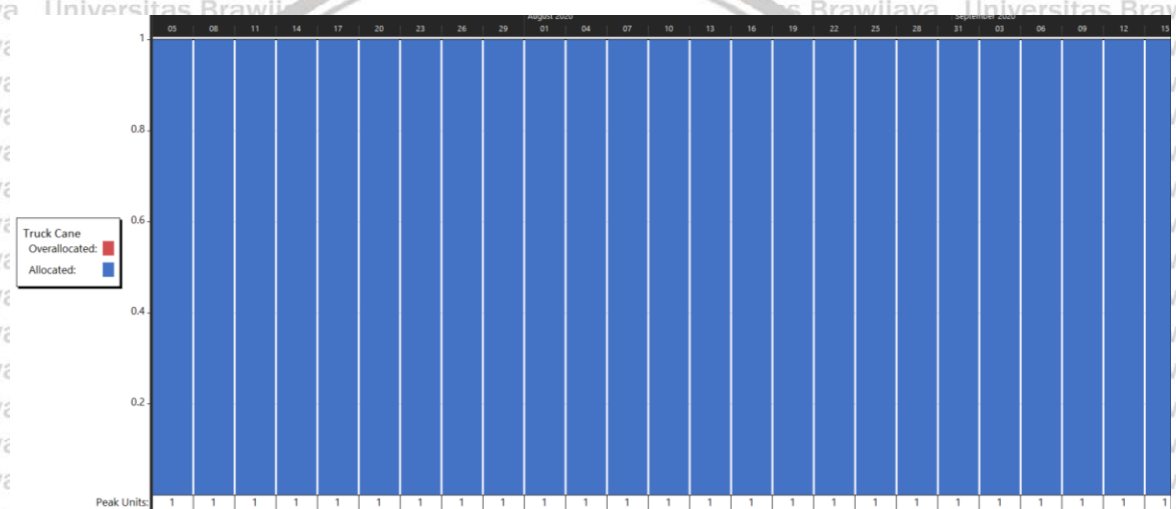
Compressor 4000 – 6500 l/m sebelum dioptimasi



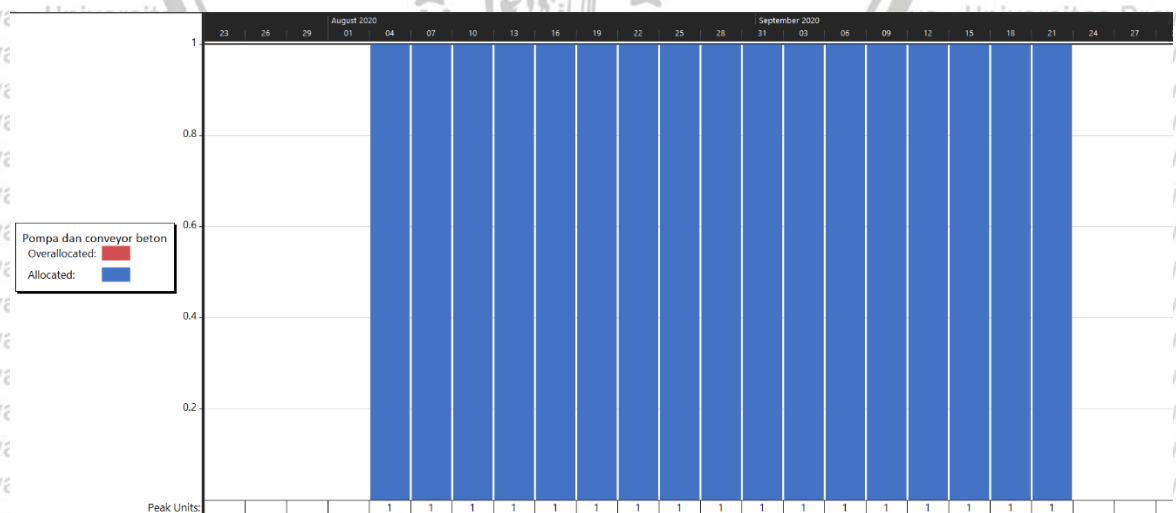
Compressor 4000 – 6500 l/m setelah dioptimasi



Vibrator Temper



Truck Cane



Pompa dan Conveyor Beton



LAMPIRAN V

KURVA S

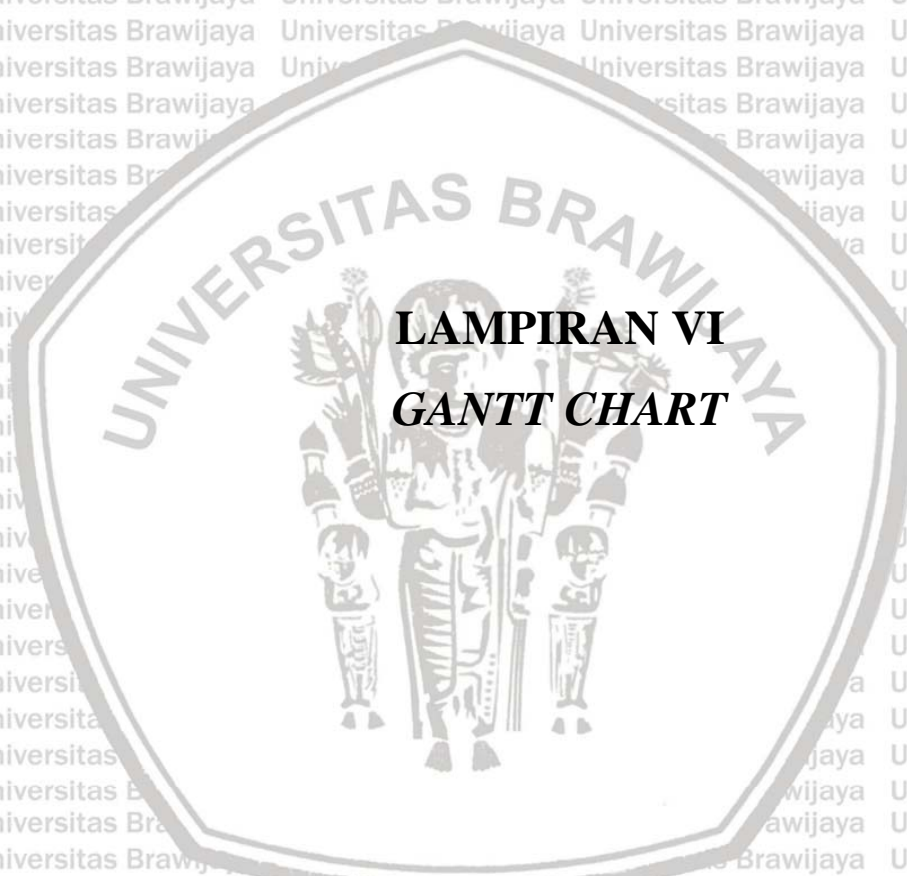


(Halaman ini sengaja dikosongkan)

REHABILITASI BENDUNGAN SIMO (PMJ-CW-2) KAB. GROBOGAN (OPTIMASI SUMBER DAYA)																																											
PEKERJAAN	BOBOT	MINGGU KE -																																									
		Maret					April					Mei					Juni					Juli					Agustus					September				Oktober				November			
		30-05	06-12	13-19	20-26	27-03	04-10	11-17	18-24	25-31	01-07	08-14	15-21	22-28	29-05	06-12	13-19	20-26	27-02	03-09	10-16	17-23	24-30	31-06	07-13	14-20	21-27	28-04	05-11	12-18	19-25	26-01	02-08	09-15	16-24								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34								
PEKERJAAN PERSIAPAN																																											
Mobilisasi Alat	0,0456	0,0130	0,0152	0,0152	0,0022																																						
Demobilisasi Alat	0,0456																																										
Uitze/pengukuran	0,0456	0,0006	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014										
Papan nama proyek	0,0033		0,0014	0,0016	0,0002																																						
Direksi Keet	0,0781		0,0167	0,0195	0,0195	0,0195	0,0028																																				
Perlengkapan K3	0,0065				0,0014	0,0016	0,0016	0,0016	0,0002																																		
PEKERJAAN PEMBONGKARAN BENDUNGAN																																											
Bongkaran Pasangan Batu Puncak Bendungan	0,1431						0,0230	0,0269	0,0183	0,0169	0,0169	0,0169	0,0212	0,0031																													
PEKERJAAN TUBUH BENDUNGAN																																											
Galian Tanah (Alat Berat)	0,6080													0,0580	0,0655	0,0647	0,0646	0,0643	0,0634	0,0641	0,0388	0,0469	0,0632	0,0100	0,0041	0,0011	0,0011	0,0011	0,0002														
Timbunan Tanah Mendatangkan (Alat Berat)	1,6520															0,0807	0,0872	0,0869	0,0860	0,0659	0,0571	0,0565	0,0567	0,0817	0,0848	0,0638	0,0554	0,0556	0,1319	0,1451	0,1455	0,1451	0,1455	0,0208									
Perapihan batu kosong (rip rap)	0,3291																0,0216	0,0232	0,0223	0,0221	0,0210	0,0187	0,0131	0,0146	0,0138	0,0159	0,0151	0,0144	0,0122	0,0140	0,0162	0,0193	0,0220	0,0277	0,0020								
Pengaspalan puncak tubuh bendungan																																											
Aspal AC-WC tebal 3 cm	27,9395																			3,3273	3,8820	3,8819	3,9412	3,9513	3,9514	4,0128	0,6938	0,1390	0,1390	0,0199													
Aspal AC-BC tebal 5 cm	30,7943																	3,2990	3,8488	3,8493	3,8494	3,8494	3,8492	3,8495	3,8494	0,5501																	
Lapis perekat (tack coat)	0,2302																	0,0276	0,0327	0,0328	0,0328	0,0326	0,0331	0,0339	0,0050																		
Lapis resap (prime coat)	0,2279																0,0276	0,0322	0,0322	0,0327	0,0328	0,0334	0,0326	0,0046																			
Sirtu (sub grade) 20 cm	2,3093															0,2829	0,3297	0,3295	0,3295	0,3300	0,3301	0,3305	0,0472																				
Pemasangan saluran drainase jalan pada puncak bendungan																																											
U-Ditch (50x50x120) K-350	0,3565															0,0447	0,0498	0,0498	0,0498	0,0487	0,0335	0,0277	0,0275	0,0075	0,0034	0,0040	0,0023	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019	0,0003											
Pemasangan Filter																																											
Lapisan Pasir	0,0445																												0,0082	0,0125	0,0050	0,0050	0,0051	0,0058	0,0028								
Pemasangan Lapis Geosintetic Clay Liner	0,0723																						0,0087	0,0091	0,0083	0,0081	0,0098	0,0108	0,0037	0,0024	0,0024	0,0024	0,0024	0,0029	0,0012								
PEKERJAAN Pengerukan Sedimen																																											
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	10,7468								0,7440	0,8680	0,8680	0,8680	0,8553	0,7891	0,7464	0,6880	0,6782	0,6248	0,6424	0,6450	0,6433	0,6434	0,6428																				
Buangan Tanah Jarak 1-2 Km	3,9487								0,3916	0,4569	0,4569	0,4569	0,2284	0,2284	0,2284	0,2284	0,2284	0,2284	0,2284	0,2284	0,2284	0,2284	0,1305																				
Buangan Tanah Jarak 2-5 Km	11,5720												0,6853	0,6853	0,6853	0,6853	0,6853	0,6853	0,6853	0,6853	0,6853	0,6853	0,7441	0,8224	0,8224	0,8224	0,8224																
PEKERJAAN BANGUNAN AIR																																											
GROUNDSILL SubDTA 1																																											
Beton Cyclop K-175	0,0883																0,0171	0,0192	0,0241	0,0208	0,0054	0,0017																					
Pasangan Beton K-175	0,0272																0,0118	0,0117	0,0036																								
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	0,2949															0,0209	0,0216	0,0210	0,0293	0,0297	0,0292	0,0267	0,0208	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175	0,0083														
Timbunan Tanah Kembali	0,0079																					0,0010	0,0023	0,0026	0,0020																		
Plesteran 1:3	0,0332																					0,0043	0,0102	0,0099	0,0065	0,0023																	
GROUNDSILL SubDTA 2,a																																											
Beton Cyclop K-175	0,0722																							0,0083	0,0189	0,0158	0,0150	0,0116	0,0023	0,0003													
Pasangan Beton K-175	0,0311																												0,0139	0,0128	0,0044												
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	0,2489																																										
Timbunan Tanah Kembali	0,0090																						0,0173	0,0390	0,0384	0,0384	0,0375	0,0349	0,0350	0,0083													
Plesteran 1:3	0,0298																									0,0028	0,0080	0,0099	0,0071	0,0021													
GROUNDSILL SubDTA 2,b																																											
Beton Cyclop K-175	0,0451																																										
Pasangan Beton K-175	0,0231																																										
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	0,1229																																										
Timbunan Tanah Kembali	0,0033																																										
Plesteran 1:3	0,0262																																										
AMBANG LEBAR SALURAN IRIGASI																																											
Pasangan Beton K-175	0,0377													0,0181	0,0156	0,0039																											
Peilscale	0,0098															0,0084	0,0014																										
BANGUNAN AIR BAKU (TANDON)																																											
Pasangan Batu Kali 1 : 4	0,0257													0,0109	0,0116	0,0032																											
Pasangan Beton K-125	0,0227													0,0085	0,0121	0,0022																											
Pasangan Beton K-175	0,0451													0,0103	0,0131	0,0159	0,0053	0,0006																									
Pompa Sentrifugal	0,1953																0,0465	0,0651	0,0651	0,0186																							
BRONJONG																																											
Pemasangan Bronjong Pabriksi	0,1610																																										
Galian Tanah (Alat Berat)	0,8085																		0,0282	0,0370	0,0586	0,0494	0,0331	0,0318	0,0565	0,0607	0,0759	0,0941	0,1201	0,1257	0,0373												
Geo Textile Non Woven	0,0890																			0,0052	0,0064	0,0068	0,0062	0,0055	0,0059	0,0059	0,0066	0,0078	0,0084	0,0089	0,0110	0,0044											
SPILLWAY																																											
Beton K-225	0,0845																																										
Beton Cyclop K-175	0,1764																																										
Galian Tanah (Alat Berat)	0,1981																																										
Timbunan Tanah Kembali	0,0236																																										
PEKERJAAN SALURAN DRAINASI (JALAN)																																											
U-Ditch (80x60x120) K-350	0,2493																																										
PEKERJAAN WALKWAY																																											
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	0,1953																																										
Paving dan Kanstin	0,8890																																										
PEKERJAAN INSTRUMENTASI KEAMANAN BENDUNGAN																																											
Penyediaan dan Pemasangan patok geser	0,0098																																										
Pemasangan V-Notch	0,1953																																										
Penyediaan dan pemasangan pisometer	3,9033																																										
Penyediaan dan Pemasangan pipa udara	0,0130																							</																			

REHABILITASI BENDUNGAN SIMO (PMJ-CW-2) KAB, GROBOGAN (PENAMBAHAN JAM KERJA)																																									
PEKERJAAN	BOBOT	MINGGU KE -																																							
		Maret					April					Mei					Juni					Juli					Agustus					September					Oktober				
		30-05	06-12	13-19	20-26	27-03	04-10	11-17	18-24	25-31	01-07	08-14	15-21	22-28	29-05	06-12	13-19	20-26	27-02	03-09	10-16	17-23	24-30	31-06	07-13	14-20	21-27	28-04	05-11	12-18	19-25	26-31									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31									
PEKERJAAN PERSIAPAN																																									
Mobilisasi Alat	0,0452	0,0129	0,0151	0,0151	0,0022																																				
Demobilisasi Alat	0,0452																																								
Uitzet/pengukuran	0,0452	0,0013	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015										
Papan nama proyek	0,0032		0,0014	0,0016	0,0002																																				
Direksi Keet	0,0774		0,0166	0,0194	0,0194	0,0194	0,0028																																		
Perlengkapan K3	0,0065				0,0014	0,0016	0,0016	0,0016	0,0002																																
PEKERJAAN PEMBONGKARAN BENDUNGAN																																									
Bongkaran Pasangan Batu Puncak Bendungan	0,1418						0,0350	0,0341	0,0265	0,0235	0,0227																														
PEKERJAAN TUBUH BENDUNGAN																																									
Galian Tanah (Alat Berat)	0,6026										0,0027	0,2448	0,2086	0,1090	0,0080	0,0063	0,0059	0,0059	0,0042	0,0035	0,0037																				
Timbunan Tanah Mendatangkan (Alat Berat)	1,6416												0,0028	0,1755	0,1689	0,1154	0,1099	0,1676	0,1134	0,1977	0,2838	0,2812	0,0067	0,0067	0,0067	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010										
Perapihan batu kosong (rip rap)	0,3262													0,0002	0,0391	0,0384	0,0309	0,0333	0,0285	0,0243	0,0271	0,0382	0,0163	0,0088	0,0130	0,0115	0,0020	0,0021	0,0021	0,0022	0,0041										
Pengaspalan puncak tubuh bendungan																																									
Aspal AC-WC tebal 3 cm	27,6917																		3,9163	3,9165	3,9163	3,9849	3,9852	3,9854	3,9871																
Aspal AC-BC tebal 5 cm	30,5211																3,8147	3,8147	3,8153	3,8153	3,8153	3,8150	3,8154	3,8155																	
Lapis perekat (tack coat)	0,2282																	0,0319	0,0325	0,0325	0,0325	0,0322	0,0329	0,0337																	
Lapis resap (prime coat)	0,2259															0,0319	0,0319	0,0319	0,0325	0,0325	0,0331	0,0322																			
Sirtu (sub grade) 20 cm	2,0822													0,3272	0,3266	0,3266	0,3266	0,2583	0,2583	0,2587																					
Pemasangan saluran drainase jalan pada puncak bendungan																																									
U-Ditch (50x50x120) K-350	0,3533													0,0443	0,0494	0,0494	0,0494	0,0483	0,0332	0,0275	0,0272	0,0074	0,0034	0,0040	0,0023	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019	0,0003										
Pemasangan Filter																																									
Lapisan Pasir	0,0441																						0,0127	0,0089	0,0049	0,0049	0,0053	0,0055	0,0018												
Pemasangan Lapis Geosintetic Clay Liner	0,0768																					0,0209	0,0102	0,0103	0,0105	0,0105	0,0118	0,0028													
PEKERJAAN PENDERUKAN SEDIMEN																																									
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	11,0114								0,7374	0,8603	0,8603	0,8603	0,8477	0,7821	0,7398	0,6819	0,6722	0,6193	0,6367	0,6393	0,6376	0,6377	0,6788	0,1200																	
Buangan Tanah Jarak 1-2 Km	4,6382									0,5434	0,6340	0,3752	0,3170	0,3170	0,3170	0,3170	0,3170	0,3170	0,3170	0,5046	0,3625																				
Buangan Tanah Jarak 2-5 Km	11,4694											0,9056	0,9056	0,9056	0,9056	0,9056	0,9056	0,9056	0,9056	0,9056	0,9669	1,0868	1,0868	1,0868																	
PEKERJAAN BANGUNAN AIR																																									
GROUNDSILL SubDTA 1																																									
Beton Cyclop K-175	0,0875													0,0169	0,0190	0,0239	0,0206	0,0053	0,0017																						
Pasangan Beton K-175	0,0269													0,0117	0,0116	0,0036																									
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	0,2923											0,0207	0,0214	0,0208	0,0290	0,0294	0,0289	0,0264	0,0207	0,0174	0,0174	0,0174	0,0174	0,0174	0,0174	0,0083															
Timbunan Tanah Kembali	0,0079																		0,0010	0,0023	0,0026	0,0019																			
Plesteran 1:3	0,0329																		0,0042	0,0101	0,0098	0,0064	0,0023																		
GROUNDSILL SubDTA 2,a																																									
Beton Cyclop K-175	0,0716																					0,0082	0,0187	0,0156	0,0149	0,0115	0,0023	0,0003													
Pasangan Beton K-175	0,0308																											0,0137	0,0127	0,0043											
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	0,2467																			0,0172	0,0386	0,0381	0,0381	0,0372	0,0346	0,0347	0,0083														
Timbunan Tanah Kembali	0,0090																					0,0015	0,0034	0,0028	0,0013																
Plesteran 1:3	0,0295																					0,0027	0,0080	0,0098	0,0070	0,0020															
GROUNDSILL SubDTA 2,b																																									
Beton Cyclop K-175	0,0447																							0,0085	0,0210	0,0141	0,0012														
Pasangan Beton K-175	0,0229																									0,0070	0,0101	0,0055	0,0003												
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	0,1218																					0,0163	0,0377	0,0364	0,0314																
Timbunan Tanah Kembali	0,0032																								0,0004	0,0029															
Plesteran 1:3	0,0260																									0,0051	0,0068	0,0083	0,0046	0,0012											
AMBANG LEBAR SALURAN IRIGASI																																									
Pasangan Beton K-175	0,0373										0,0002	0,0206	0,0143	0,0023																											
Peilscale	0,0097											0,0001	0,0096																												
BANGUNAN AIR BAKU (TANDON)																																									
Pasangan Batu Kali 1 : 4	0,0255										0,0001	0,0125	0,0117	0,0012																											
Pasangan Beton K-125	0,0225											0,0001	0,0101	0,0117	0,0006																										
Pasangan Beton K-175	0,0447											0,0001	0,0119	0,0129	0,0167	0,0025	0,0006																								
Pompa Sentrifugal	0,1935															0,0461	0,0645	0,0645	0,0184																						
BRONJONG																																									
Pemasangan Bronjong Pabrikasi	0,1595																		0,0065	0,0096	0,0101	0,0093	0,0087	0,0095	0,0100	0,0102	0,0105	0,0120	0,0185	0,0338	0,0107										
Galian Tanah (Alat Berat)	0,8013															0,0279	0,0367	0,0581	0,0490	0,0328	0,0315	0,0560	0,0602	0,0753	0,0932	0,1191	0,1246	0,0370													
Geo Textile Non Woven	0,0882																0,0051	0,0063	0,0068	0,0062	0,0054	0,0058	0,0058	0,0066	0,0077	0,0083	0,0089	0,0109	0,0044												
SPILLWAY																																									
Beton K-225	0,0837																0,0073	0,0104	0,0108	0,0100	0,0106	0,0123	0,0121	0,0045	0,0029	0,0029															
Beton Cyclop K-175	0,1748																0,0149	0,0200	0,0224	0,0261	0,0241	0,0187	0,0183	0,0212	0,0074	0,0017															
Galian Tanah (Alat Berat)	0,1963																0,0240	0,0331	0,0331	0,0323	0,0330	0,0318	0,0091																		
Timbunan Tanah Kembali	0,0234																					0,0003	0,0023	0,0040	0,0055	0,0062	0,0052														
PEKERJAAN SALURAN DRAINASI (JALAN)																																									
U-Ditch (80x60x120) K-350	0,2471																		0,0232	0,0323	0,0300	0,0452	0,0471	0,0485	0,0161	0,0029	0,0017														
PEKERJAAN WALKWAY																																									
Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	0,1935																				0,0138	0,0322	0,0323	0,0312	0,0327	0,0327	0,0186														
Paving dan Kanstin	0,8811																		0,0873	0,1187	0,1315	0,1311	0,1283	0,1249	0,0742	0,0537	0,0314														
PEKERJAAN INSTRUMENTASI KEAMANAN BENDUNGAN																																									
Penyediaan dan Pemasangan patok geser	0,0097											0,0001	0,0096																												
Pemasangan V-Notch	0,1935															0,0011	0,0968	0,0957																							
Penyediaan dan pemasangan pisometer	3,8687												0,0212	1,9344	1,9131																										
Penyediaan dan Pemasangan																																									

[illegible]

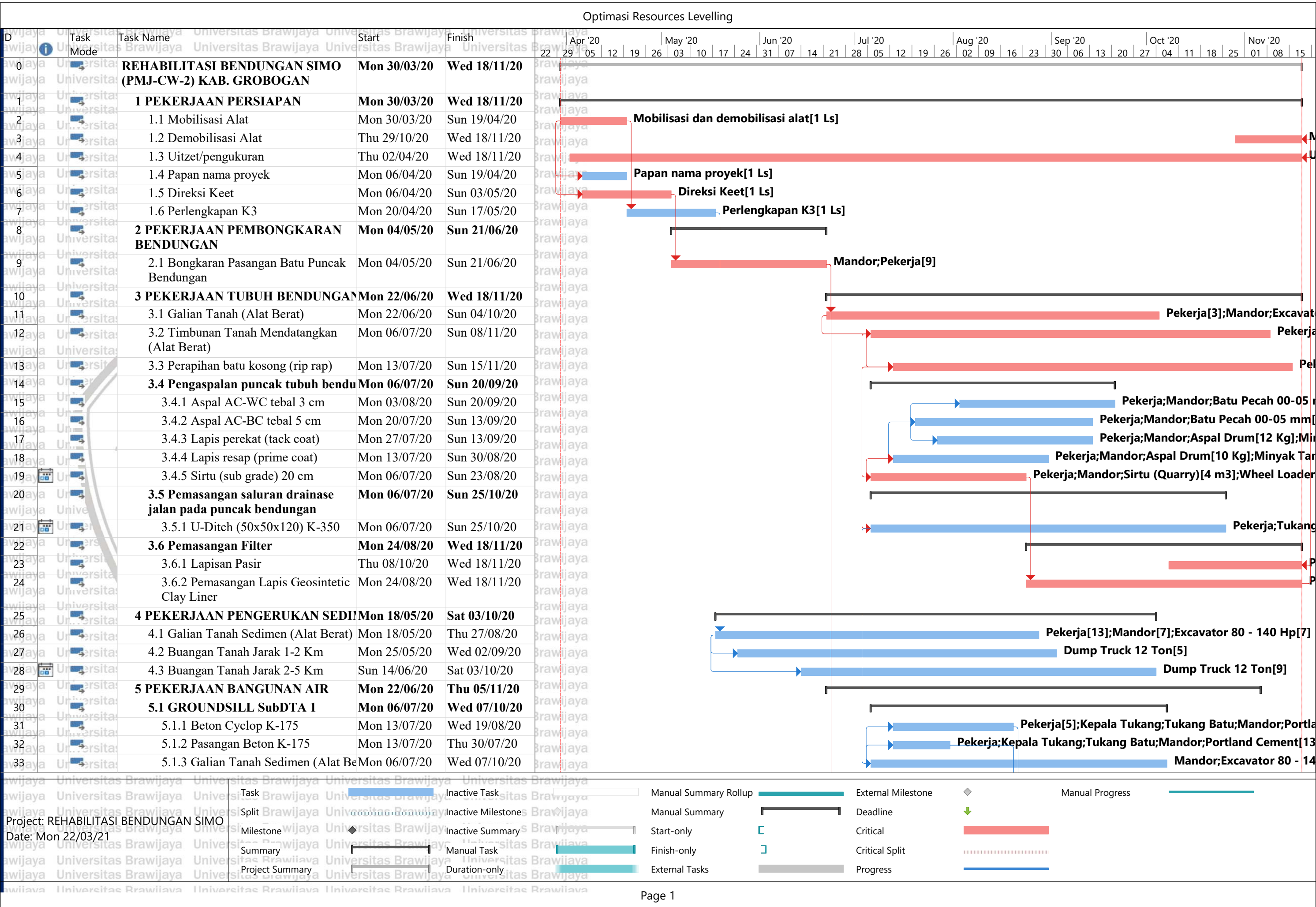


LAMPIRAN VI

GANTT CHART



(Halaman ini sengaja dikosongkan)



Project: REHABILITASI BENDUNGAN SIMO

Date: Mon 22/03/21

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

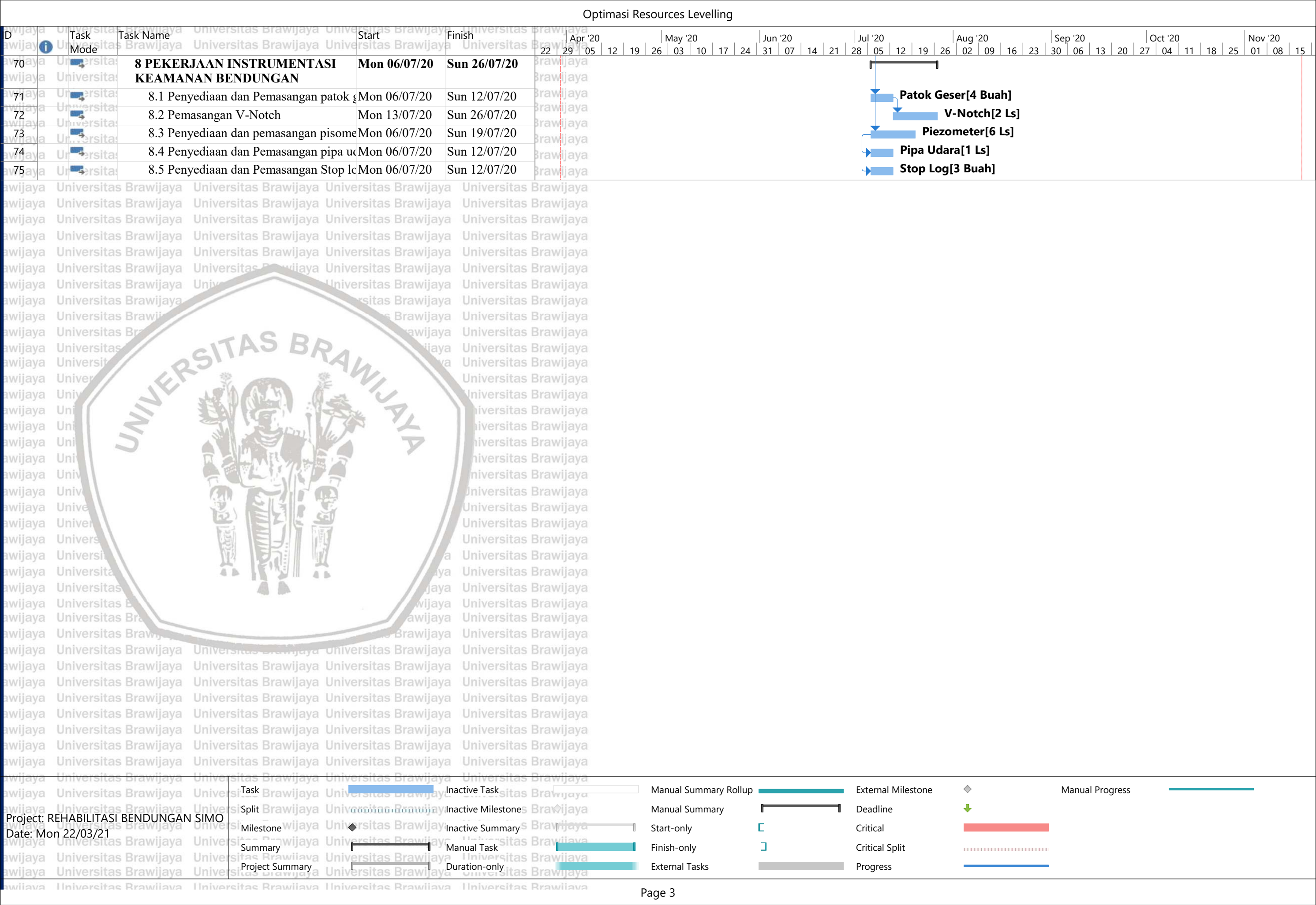
Deadline

Critical

Critical Split

Progress

Manual Progress

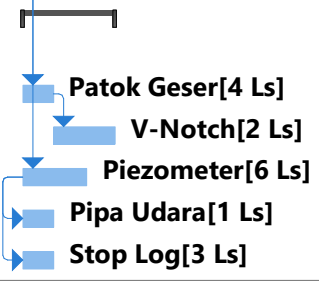


D	Task Mode	Task Name	Start	Finish	Duration	Mar	Qtr 2, 2020	Apr	May	Jun	Qtr 3, 2020	Jul	Aug	Sep	Qtr 4, 2020	Oct	Nov
0		REHABILITASI BENDUNGAN SIMO (PMJ-CW-2) KAB. GROBOGAN	Mon 30/03/20	Wed 04/11/20	200d												
1		1 PEKERJAAN PERSIAPAN	Mon 30/03/20	Wed 04/11/20	200d												
2		1.1 Mobilisasi Alat	Mon 30/03/20	Thu 16/04/20	16d												
3		1.2 Demobilisasi Alat	Fri 16/10/20	Tue 03/11/20	16d												
4		1.3 Uitzet/pengukuran	Sat 02/05/20	Tue 03/11/20	168d												
5		1.4 Papan nama proyek	Sat 04/04/20	Thu 16/04/20	11d												
6		1.5 Direksi Keet	Sat 04/04/20	Mon 27/04/20	21d												
7		1.6 Perlengkapan K3	Thu 16/04/20	Sat 09/05/20	21d												
8		2 PEKERJAAN PEMBONGKARAN BENDUNGAN	Mon 27/04/20	Fri 05/06/20	36d												
9		2.1 Bongkaran Pasangan Batu Puncak Bendungan	Mon 27/04/20	Fri 05/06/20	36d												
10		3 PEKERJAAN TUBUH BENDUNGAN	Fri 05/06/20	Tue 03/11/20	137d												
11		3.1 Galian Tanah (Alat Berat)	Fri 05/06/20	Sat 29/08/20	77d												
12		3.2 Timbunan Tanah Mendatangkan (Alat Berat)	Wed 17/06/20	Sat 26/09/20	92d												
13		3.3 Perapihan batu kosong (rip rap)	Tue 23/06/20	Wed 28/10/20	105d												
14		3.4 Pengaspalan puncak tubuh bendu	Sun 28/06/20	Sat 29/08/20	57d												
15		3.4.1 Aspal AC-WC tebal 3 cm	Mon 20/07/20	Fri 28/08/20	36d												
16		3.4.2 Aspal AC-BC tebal 5 cm	Thu 09/07/20	Sun 23/08/20	41d												
17		3.4.3 Lapis perekat (tack coat)	Tue 14/07/20	Sat 22/08/20	35d												
18		3.4.4 Lapis resap (prime coat)	Fri 03/07/20	Tue 11/08/20	35d												
19		3.4.5 Sirtu (sub grade) 20 cm	Sun 28/06/20	Wed 05/08/20	35d												
20		3.5 Pemasangan saluran drainase jalan pada puncak bendungan	Mon 22/06/20	Sat 19/09/20	82d												
21		3.5.1 U-Ditch (50x50x120) K-350	Mon 22/06/20	Sat 19/09/20	82d												
22		3.6 Pemasangan Filter	Wed 05/08/20	Tue 03/11/20	82d												
23		3.6.1 Lapisan Pasir	Wed 30/09/20	Tue 03/11/20	31d												
24		3.6.2 Pemasangan Lapis Geosintetic Clay Liner	Wed 05/08/20	Tue 03/11/20	60d												
25		4 PEKERJAAN Pengerukan SEDI	Sat 09/05/20	Sat 12/09/20	115d												
26		4.1 Galian Tanah Sedimen (Alat Berat)	Sat 09/05/20	Thu 30/07/20	75d												
27		4.2 Buangan Tanah Jarak 1-2 Km	Thu 14/05/20	Tue 04/08/20	74d												
28		4.3 Buangan Tanah Jarak 2-5 Km	Sun 14/06/20	Fri 11/09/20	82d												
29		5 PEKERJAAN BANGUNAN AIR	Fri 05/06/20	Thu 22/10/20	126d												
30		5.1 GROUNDSTALL SubDTA 1	Mon 22/06/20	Mon 28/09/20	90d												
31		5.1.1 Beton Cyclop K-175	Sat 27/06/20	Thu 06/08/20	30d												
32		5.1.2 Pasangan Beton K-175	Sat 27/06/20	Fri 17/07/20	15d												
33		5.1.3 Galian Tanah Sedimen (Alat Be	Mon 22/06/20	Fri 04/09/20	68d												

Task	Inactive Task	Manual Summary Rollup	External Milestone	Manual Progress
Split	Inactive Milestone	Manual Summary	Deadline	
Milestone	Inactive Summary	Start-only	Critical	
Summary	Manual Task	Finish-only	Critical Split	
Project Summary	Duration-only	External Tasks	Progress	

Penambahan Jam Kerja

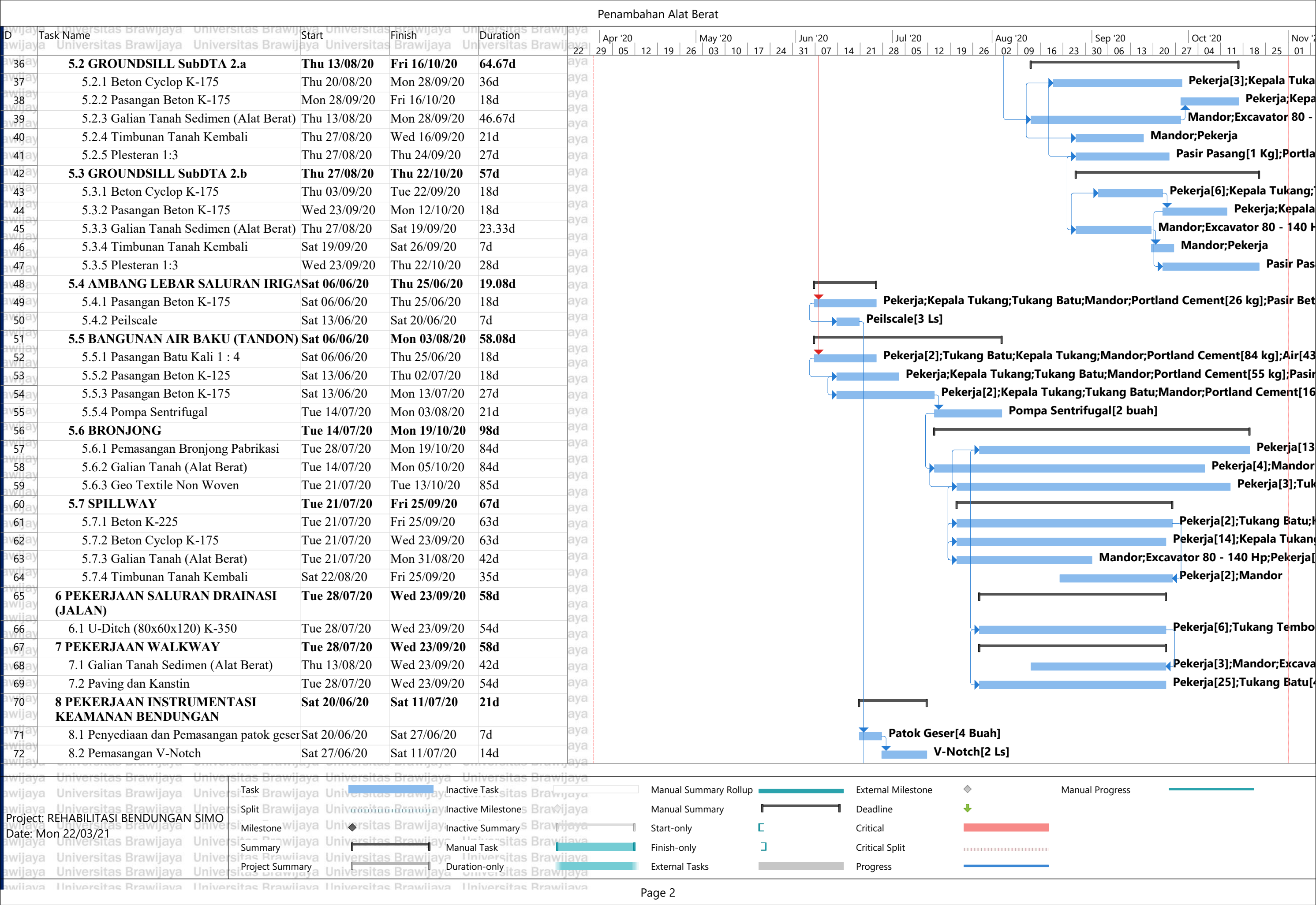
ID	Task Mode	Task Name	Start	Finish	Duration	Mar	Qtr 2, 2020 Apr	May	Jun	Qtr 3, 2020 Jul	Aug	Sep	Qtr 4, 2020 Oct	Nov
70		8 PEKERJAAN INSTRUMENTASI KEAMANAN BENDUNGAN	Thu 18/06/20	Sat 04/07/20	15d									
71		8.1 Penyediaan dan Pemasangan patok g	Thu 18/06/20	Tue 23/06/20	5d									
72		8.2 Pemasangan V-Notch	Tue 23/06/20	Sat 04/07/20	10d									
73		8.3 Penyediaan dan pemasangan pisome	Thu 18/06/20	Mon 29/06/20	10d									
74		8.4 Penyediaan dan Pemasangan pipa uc	Thu 18/06/20	Tue 23/06/20	5d									
75		8.5 Penyediaan dan Pemasangan Stop Ic	Thu 18/06/20	Tue 23/06/20	5d									



Project: REHABILITASI BENDUNGAN SIMO
Date: Mon 22/03/21

Task	Inactive Task	Manual Summary Rollup	External Milestone	Manual Progress
Split	Inactive Milestone	Manual Summary	Deadline	
Milestone	Inactive Summary	Start-only	Critical	
Summary	Manual Task	Finish-only	Critical Split	
Project Summary	Duration-only	External Tasks	Progress	

[illegible]



Penambahan Alat Berat																																											
D	Task Name	Start	Finish	Duration		Apr '20					May '20					Jun '20					Jul '20					Aug '20					Sep '20					Oct '20					Nov '20		
73	8.3 Penyediaan dan pemasangan pisometer	Sat 20/06/20	Sat 04/07/20	14d																																							
74	8.4 Penyediaan dan Pemasangan pipa udara	Sat 20/06/20	Sat 27/06/20	7d																																							
75	8.5 Penyediaan dan Pemasangan Stop log	Sat 20/06/20	Sat 27/06/20	7d																																							
<div><div></div><div>Piezometer[6 Ls]</div><div></div><div>Pipa Udara[1 Ls]</div><div></div><div>Stop Log[3 Buah]</div></div>																																											
<div><div></div><div>UNIVERSITAS BRAWIJAYA</div><div></div></div>																																											
Project: REHABILITASI BENDUNGAN SIMO																																											
Date: Mon 22/03/21																																											
<div><div>Task</div><div>Split</div><div>Milestone</div><div>Summary</div><div>Project Summary</div><div>Inactive Task</div><div>Inactive Milestone</div><div>Inactive Summary</div><div>Manual Task</div><div>Duration-only</div><div>Manual Summary Rollup</div><div>Manual Summary</div><div>Start-only</div><div>Finish-only</div><div>External Tasks</div><div>External Milestone</div><div>Deadline</div><div>Critical</div><div>Critical Split</div><div>Progress</div><div>Manual Progress</div></div>																																											

Page 3

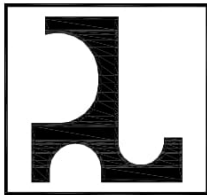
LAMPIRAN VII

GAMBAR *DED* REHABILITASI BENDUNGAN SIMO





(Halaman ini sengaja dikosongkan)



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI PEMALI JUANA
SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SDA PEMALI JUANA
Jl. Brigjen S. Sudiarto No. 375 Semarang Telp. (024) 6723212, Fax. (024) 6722239

PEKERJAAN :
STUDI KHUSUS BENDUNGAN SIMO
KAB. GROBOGAN

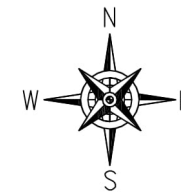
ALBUM GAMBAR DESAIN

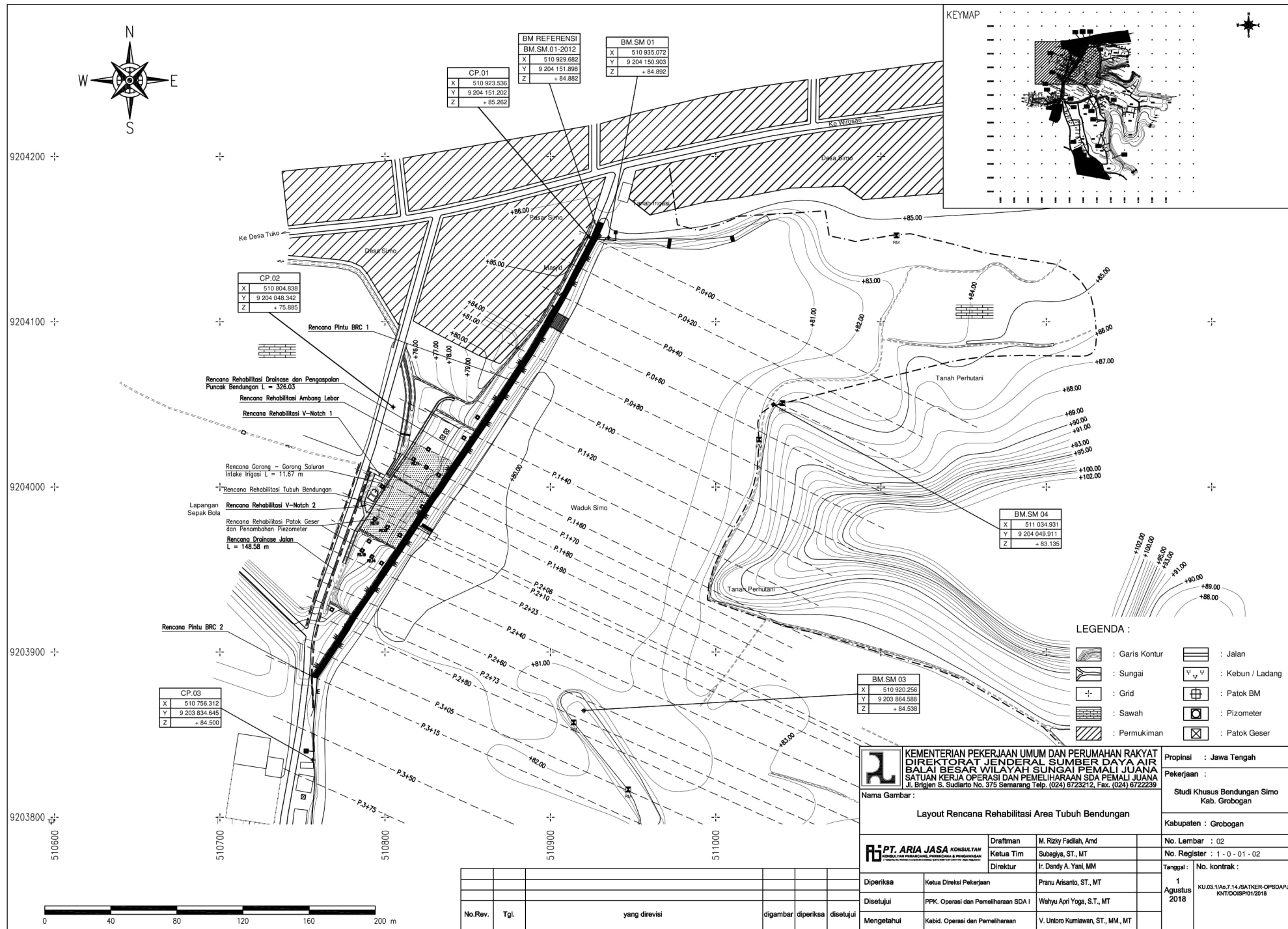
No. Kontrak : KU.03.1/Ao.7.14./SATKER-OPSDAPJ/ KNT/DOISP/01/2018
Tanggal : 1 Agustus 2018

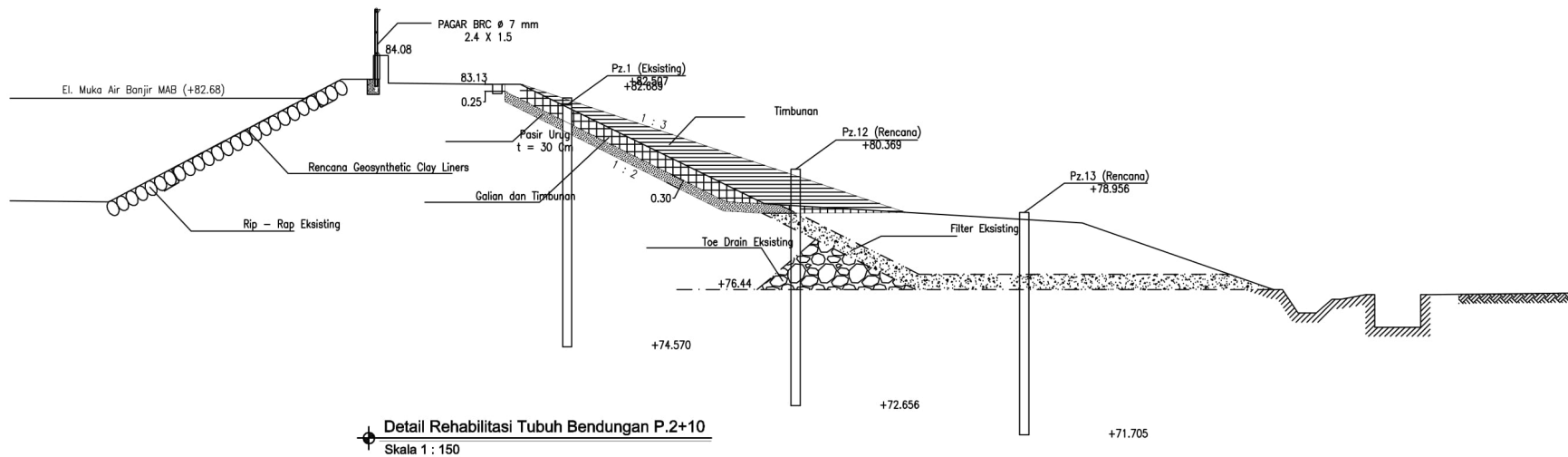
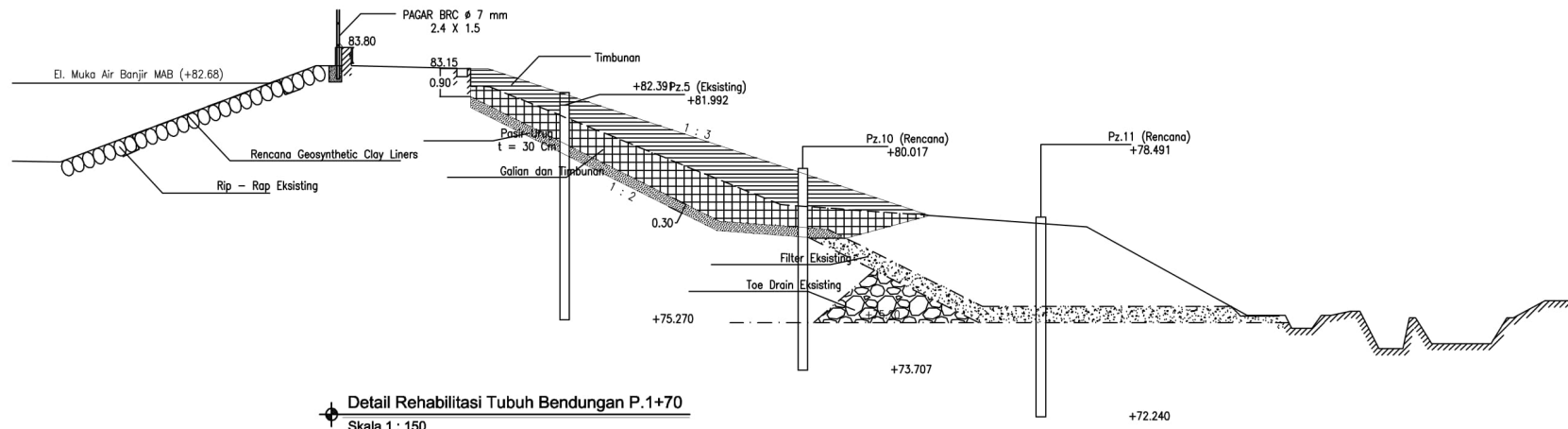
Tahun Anggaran 2018



 **PT. ARIA JASA KONSULTAN**
KONSULTAN PERANCANG, PERENCANA & PENGAWASAN

Jl. Toddopuli Raya Timur Perumahan Villa Surya Mas Blok C-3 Makassar, Tlp (0411) 424299 Fax (0411) 424447 Email : ariajasa_rjko@yahoo.co.id

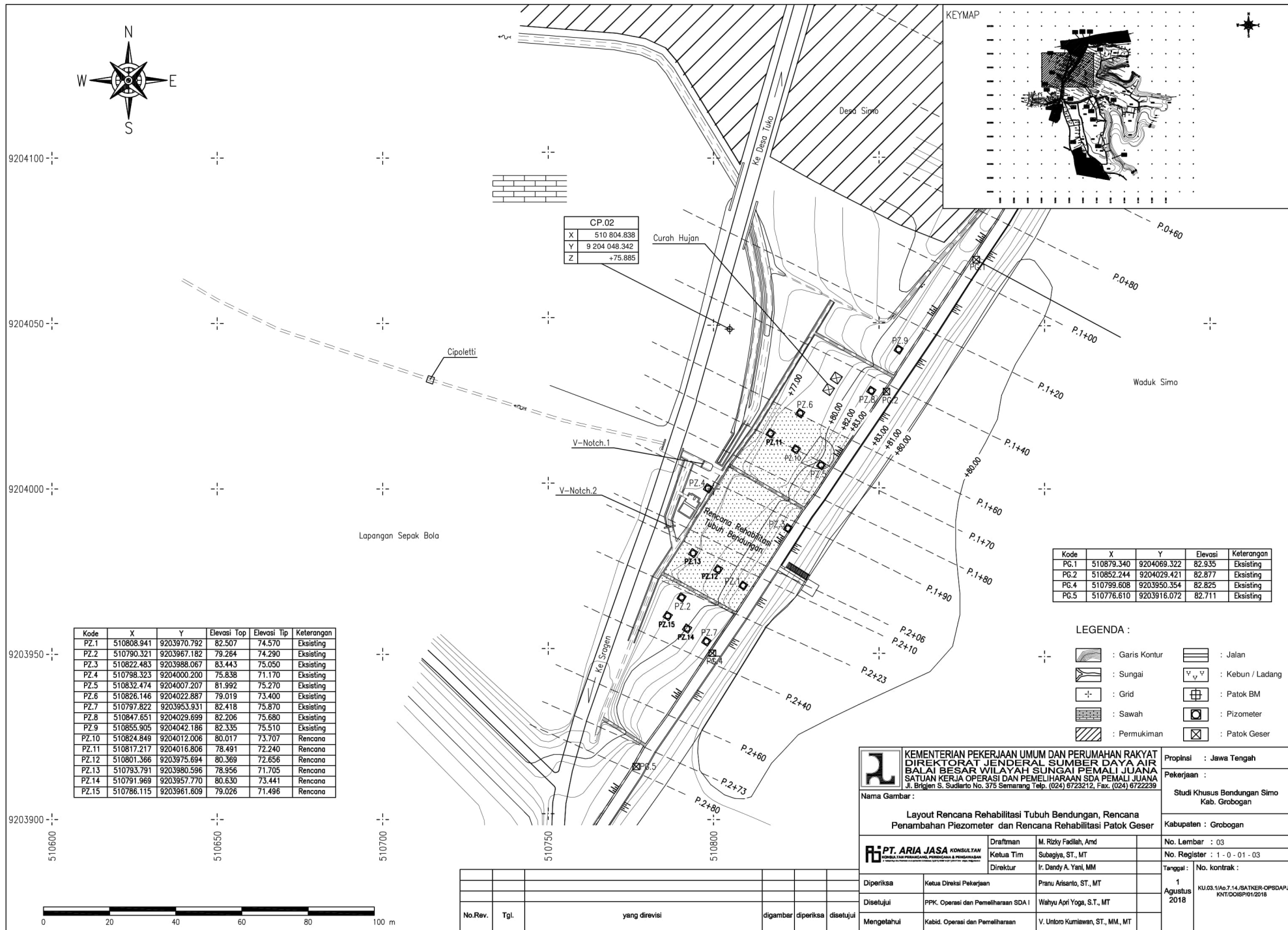


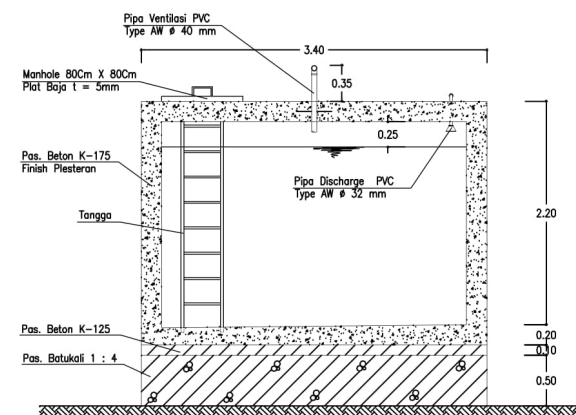
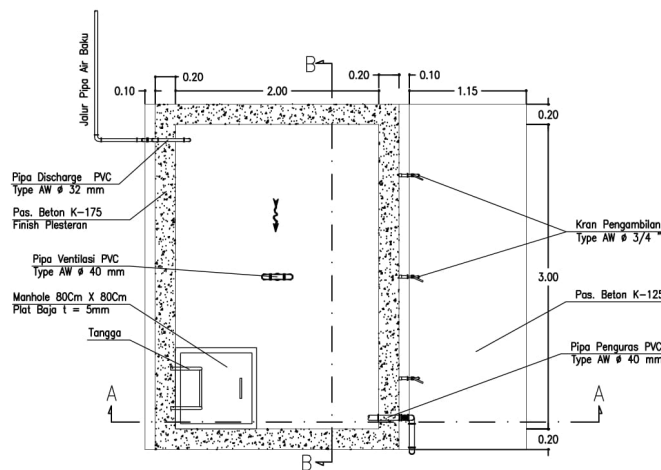
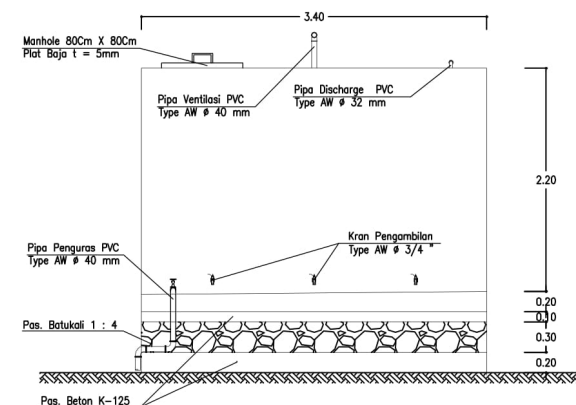
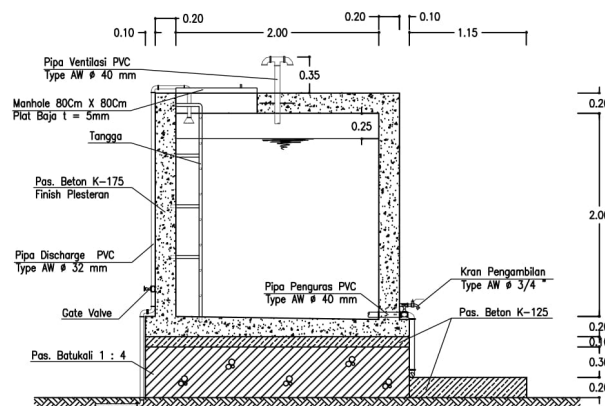
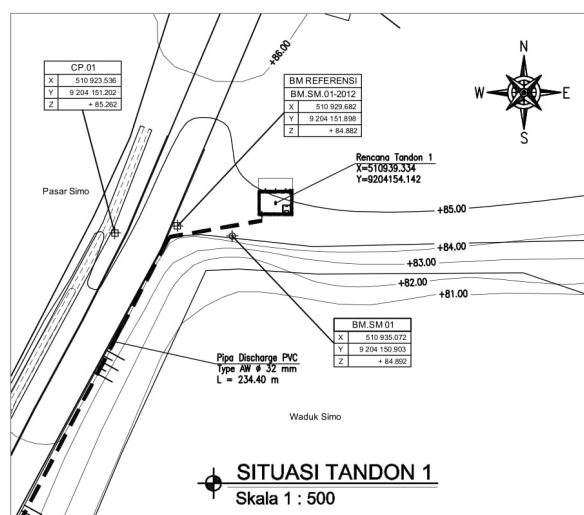
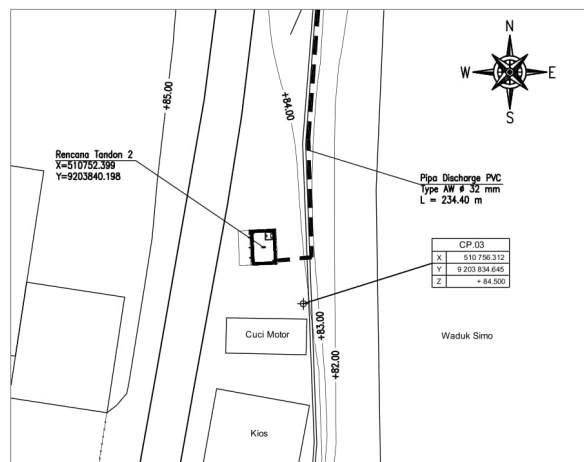
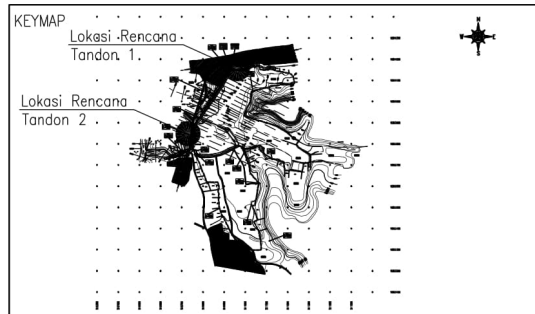




 KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI PEMALI JUANA SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SDA PEMALI JUANA <small>Jl. Brigjen S. Sudarto No. 375 Semarang Telp. (024) 6723212, Fax. (024) 6722239</small>			Propinsi : Jawa Tengah	
			Pekerjaan : Studi Khusus Bendungan Simo Kab. Grobogan	
Nama Gambar : Detail Rehabilitasi Tubuh Bendungan			Kabupaten : Grobogan	
 PT. ARIA JASA KONSULTAN <small>PT. ARIA JASA KONSULTAN</small>	Draftman	M. Rizky Fadiah, Amd	No. Lembar : 06	
	Ketua Tim	Subagya, ST., MT	No. Register : 1 - 0 - 01 - 06	
	Direktur	Ir. Dandy A. Yani, MM	Tanggal : No. kontrak :	
Diperiksa	Ketua Direksi Pekerjaan	Pranu Arisanto, ST., MT	1 Agustus 2018	KU.03.1/Ap.7.14./SATKER-OPS/DAPI/KNT/DOISP/01/2018
Disetujui	PPK. Operasi dan Pemeliharaan SDA I	Wahyu Apri Yoga, S.T., MT		
Mengetahui	Kabid. Operasi dan Pemeliharaan	V. Untoro Kurniawan, ST., MM., MT		

No. Rev.	Tgl.	yang direvisi	digambar	diperiksa	disetujui



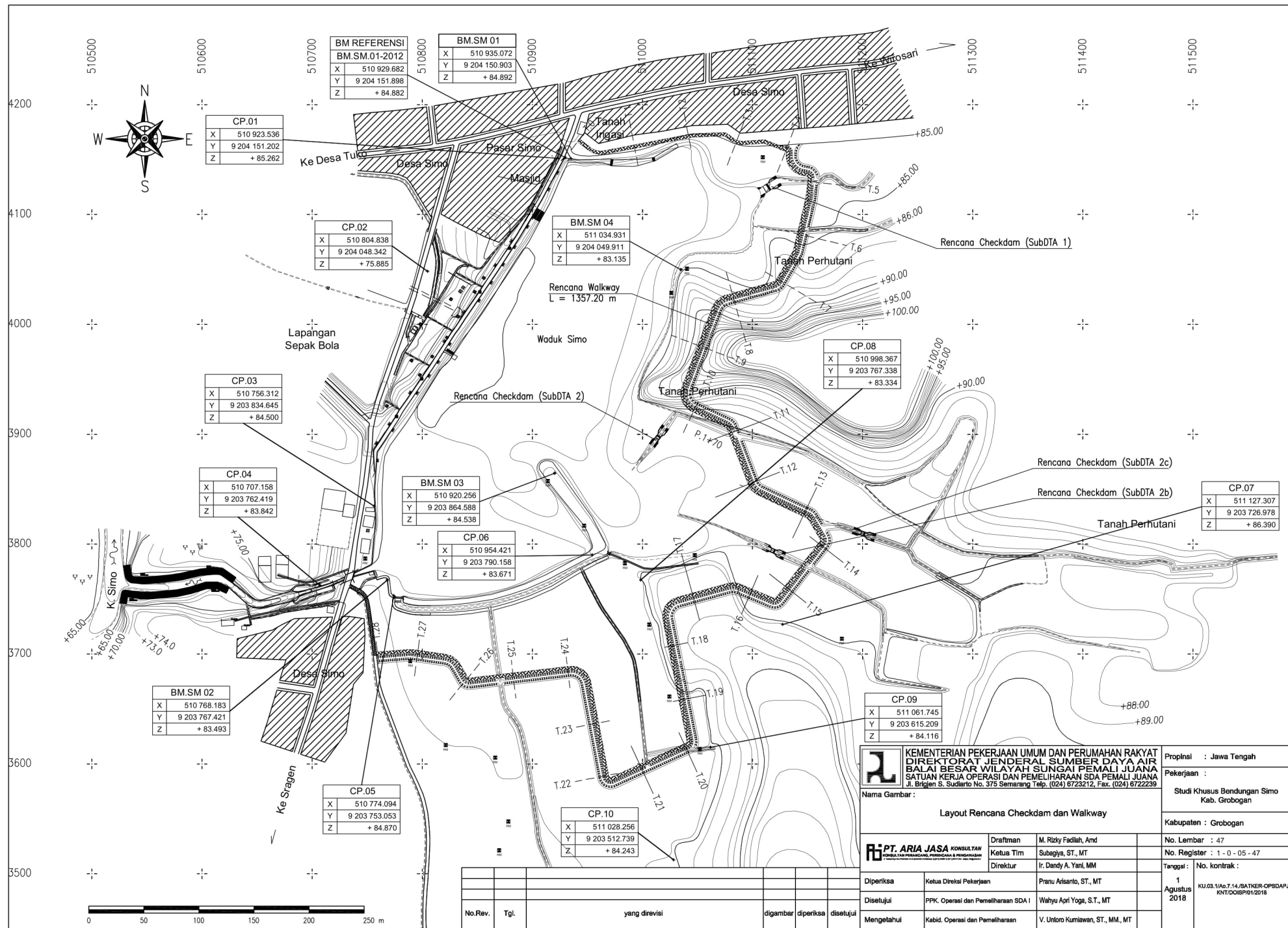




DENAH TANDON
Skala 1 : 50

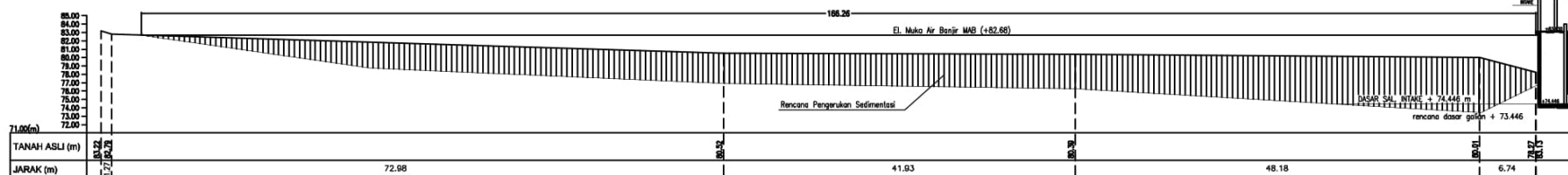
No. Rev.	Tgl.	yang direvisi	digambar	diperiksa	disetujui

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI PEMALI JUANA SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SDA PEMALI JUANA Jl. Brigjen S. Sudarto No. 375 Semarang Telp. (024) 6723212, Fax. (024) 6722239			Propinsi : Jawa Tengah	
Nama Gambar :			Pekerjaan :	
Situasi, Denah, Potongan A - A, Potongan B - B, dan Tampak Depan Tandon Air Baku			Kabupaten : Grobogan	
PT. ARIA JASA KONSULTAN PT. ARIA JASA KONSULTAN PT. ARIA JASA KONSULTAN			No. Lembar : 37	
Draftman M. Rizky Fadiah, Amd Ketua Tim Subagya, ST., MT Direktur Ir. Dandy A. Yanli, MM			No. Register : 1 - 0 - 03 - 37	
Diperiksa Ketua Direksi Pekerjaan Disetujui PPK. Operasi dan Pemeliharaan SDA I Mengetahui Kabid. Operasi dan Pemeliharaan			Tanggal : 1 Agustus 2018 No. kontrak : KU.03.1/Ap.7.14/SATKER-OPSDAPM KNT/DOISP/012018	

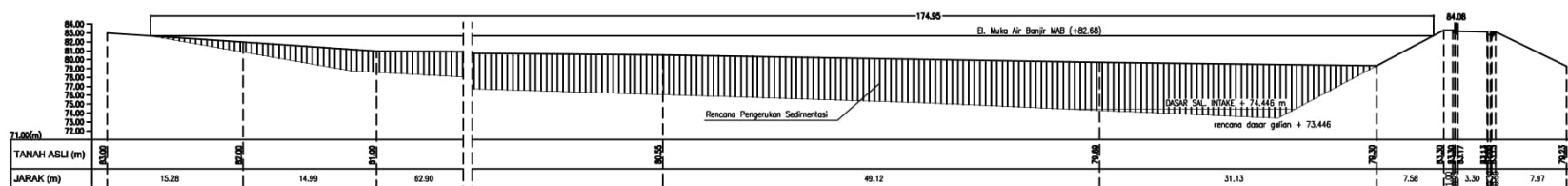
No.Rev.	Tgl.	yang direvisi	digambar	diperiksa	disetu



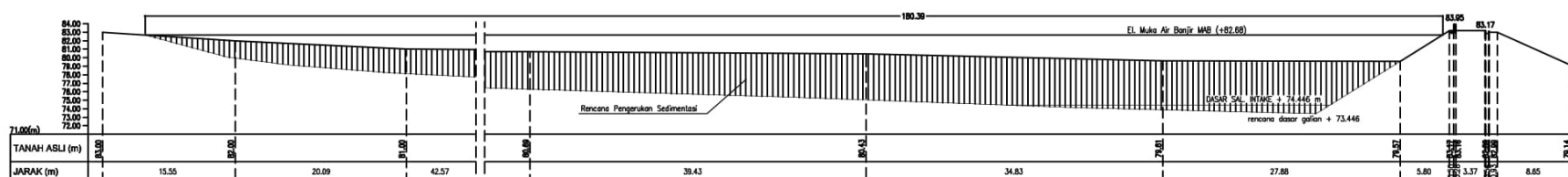
	KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI PEMALI JUANA SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SDA PEMALI JUANA Jl. Brigen S. Sudarto No. 375 Semarang Telp. (024) 6723212, Fax. (024) 6722339			Propinsi : Jawa Tengah
	Nama Gambar :			Pekerjaan : Studi Khusus Bendungan Simo Kab. Grobogan
Layout Rencana Checkdam dan Walkway				Kabupaten : Grobogan
		Draftman	M. Rizky Fadiah, Arnd	No. Lembar : 47
		Ketua Tim	Subagaya, ST., MT	No. Register : 1 - 0 - 05 - 47
		Direktur	Ir. Dandy A. Yani, MM	Tanggal : No. kontrak :
	Diperiksa	Ketua Direksi Pekerjaan	Pramu Arisanto, ST., MT	1 Agustus 2018
Disetujui	PPK. Operasi dan Pemeliharaan SDA I	Wahyu Apri Yogi, ST., MT	KUL.03/1/a/6.7.14/SATKER-OPS&AP. KNT/GOSP/01/2018	
Mengetahui	Kabid. Operasi dan Pemeliharaan	V. Untoro Kurniawan, ST., MM., MT		



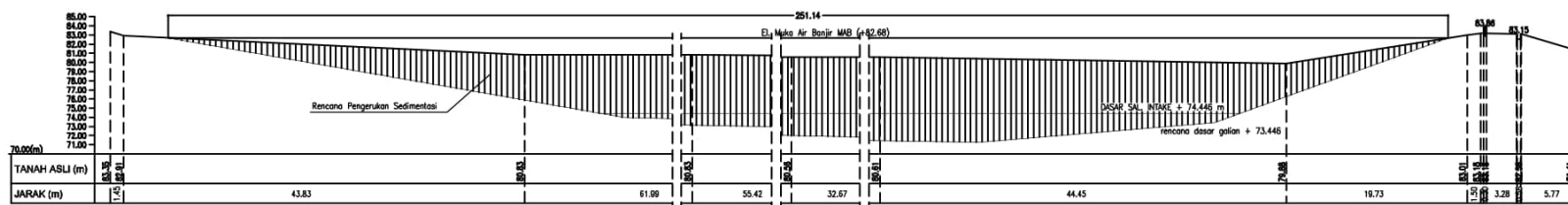
CROSS LINE P.2+06



CROSS LINE P.2+10




CROSS LINE P.2+23

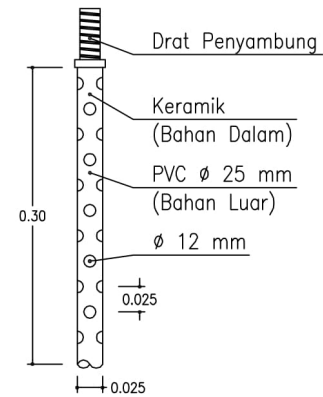


CROSS LINE P.2+40

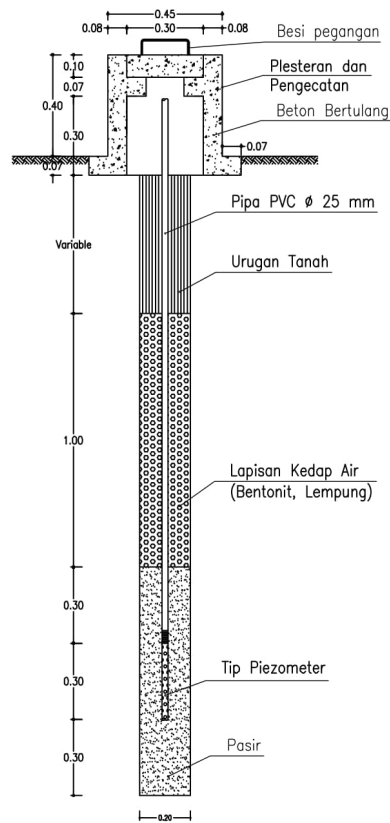


No.	Rev.	Tgl.	yang direvisi	digambar	diperiksa	disetujui

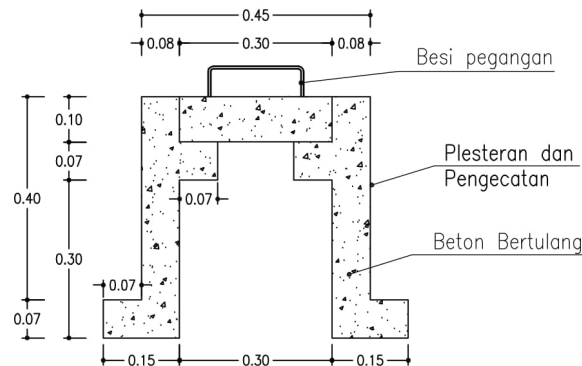
 KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI PEMALI JUANA SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SDA PEMALI JUANA Jl. Brigjen S. Sudarto No. 375 Semarang Telp. (024) 8723212, Fax. (024) 8722238		Propinsi : Jawa Tengah Pekerjaan : Studi Khusus Bendungan Simo Kab. Grobogan Kabupaten : Grobogan
Nama Gambar : CROSS LINE P.2+06 - P.2+40 Rencana Pengerukan Sedimentasi		No. Lembar : 30 No. Register : 1 - 0 - 02 - 30 Tanggal : 1 Agustus 2018
Draftman Ketua Tim Direktur	M. Rizky Fadiah, Amd Subagya, ST., MT Ir. Dandy A. Yani, MM	No. kontrak : 1 Agustus 2018
Diperiksa Disetujui Mengetahui	Ketua Direksi Pekerjaan PPK, Operasi dan Pemeliharaan SDA I Kabid. Operasi dan Pemeliharaan	Prasu Arisanto, ST., MT Wahyu Apri Yoga, S.T., MT V. Untoro Kurniawan, ST., MM, MT



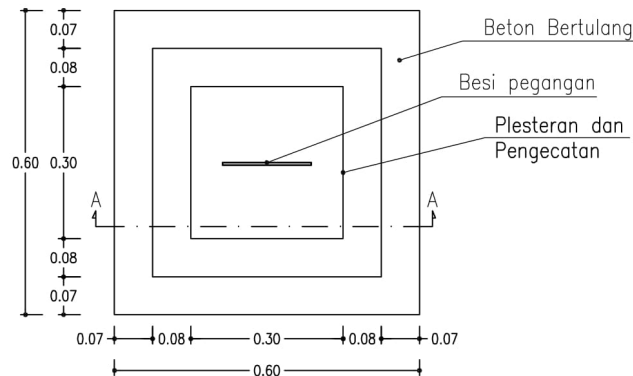
TIP PIEZOMETER
Skala 1 : 5



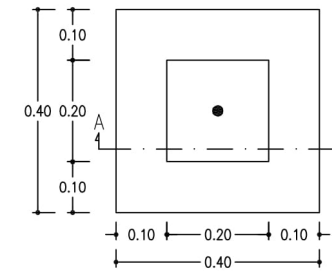
POT. A - A
Skala 1 : 20



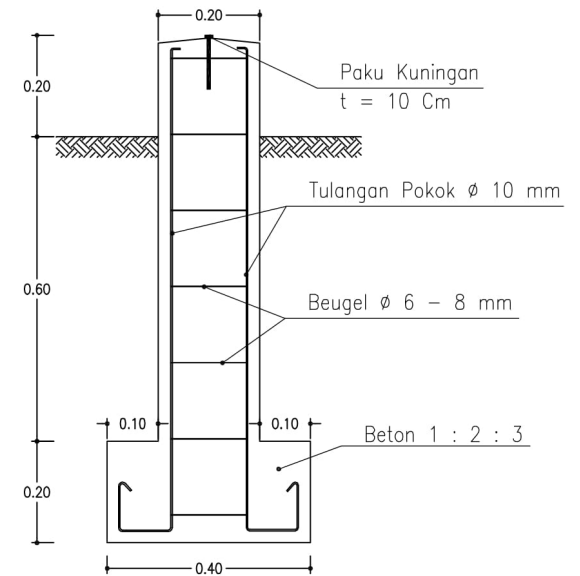
TUTUP PIEZOMETER
Skala 1 : 10



DENAH PIEZOMETER
Skala 1 : 10



DENAH PATOK GESER
Skala 1 : 10



POT. A - A
Skala 1 : 10

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI PEMALI JUANA SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SDA PEMALI JUANA Jl. Brigjen S. Sudarto No. 375 Semarang Telp. (024) 6723212, Fax. (024) 6722239				Propinsi : Jawa Tengah	
Nama Gambar :				Pekerjaan :	
Detail Piezometer dan Detail Patok Geser				Studi Khusus Bendungan Simo Kab. Grobogan	
				Kabupaten : Grobogan	
				No. Lembar : 07	
				No. Register : 1 - 0 - 01 - 07	
				Tanggal : No. kontrak :	
				1 Agustus 2018	
				KU.03.1/Ao.7.14./BATKER-OPSDAPU KNT/DOISP012018	

No. Rev.	Tgl.	yang direvisi	digambar	diperiksa	disetujui



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI PEMALI JUANA
SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SDA PEMALI JUANA
Jl. Brinjan S. Sudarto No. 375 Semarang Telp. (024) 8723242 Fax. (024) 8722239

Nama Gambar :

Denah dan Potongan A - A Checkdam 1

Propinsi : Jawa Tengah

A	Pekerjaan :
---	-------------

39	Studi Khusus Bendungan Simo Kab. Grobogan
----	--


Kabupaten : Grobogan

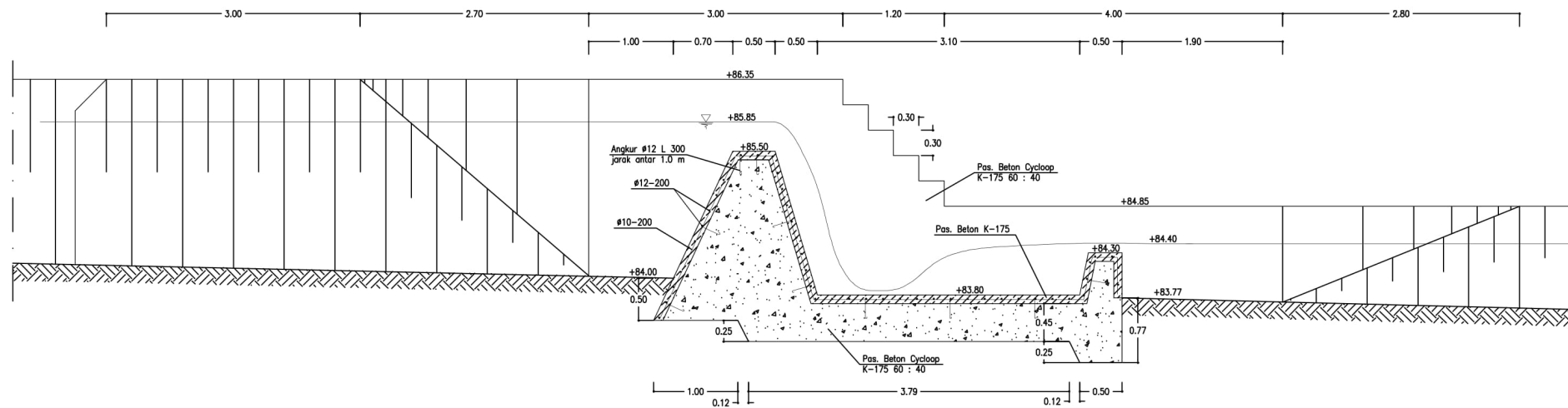
No. Lembar	: 48
------------	------

No. Register : 1 - 0 - 0

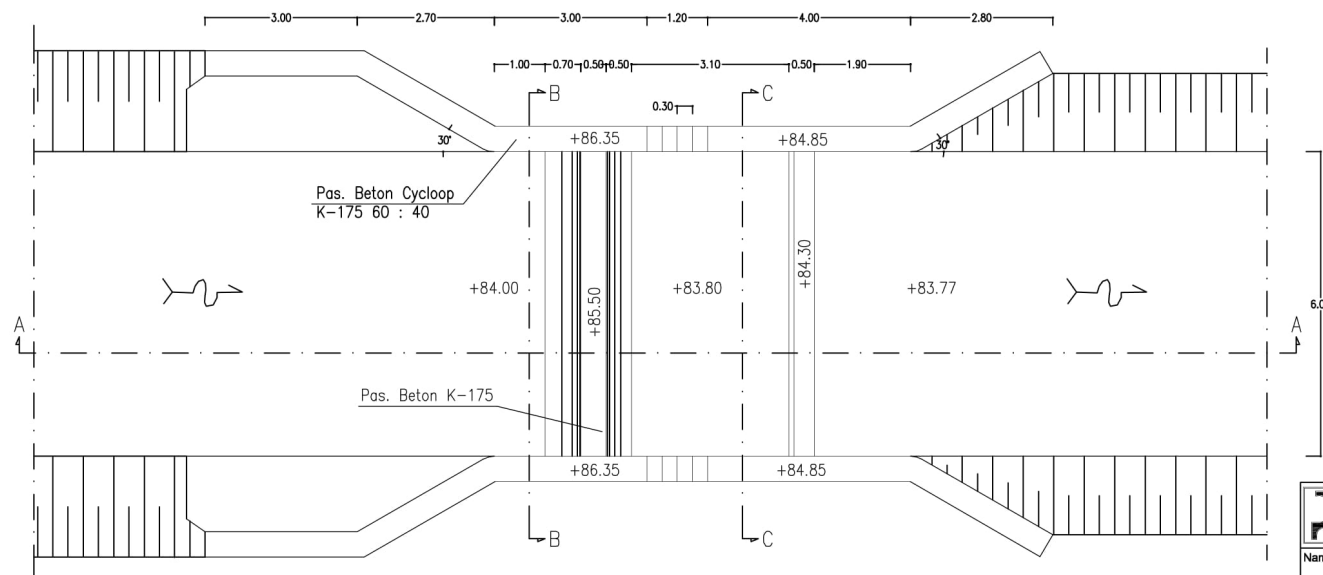
Tanggal :	
	1
	Agustus
	2018

KU.03.1/Ao.7.14/SATKER-OPSDAPJ
KNT/DOISP/01/2018

 PT. ARIA JASA KONSULTAN KONSULTAN PERENCANAAN, PEMERIKSAAN & PENGENDALIAN <small>1. Kami adalah perusahaan konsultan yang bergerak di bidang perencanaan, pemeriksaan dan pengendalian.</small>		Draftman	M. Rizky Fadiah, Amd	
		Ketua Tim	Subagya, ST., MT	
		Direktur	Ir. Dandy A. Yani, MM	
	Diperiksa	Ketua Direksi Pekerjaan	Pranu Ariananto, ST., MT	
Disetujui	PPK, Operasi dan Pemeliharaan SDA I	Wahyuni Apri Yoga, S.T., MT		
Mengetahui	Kabid, Operasi dan Pemeliharaan	V. Untoro Kurniawan, ST., MM., MT		

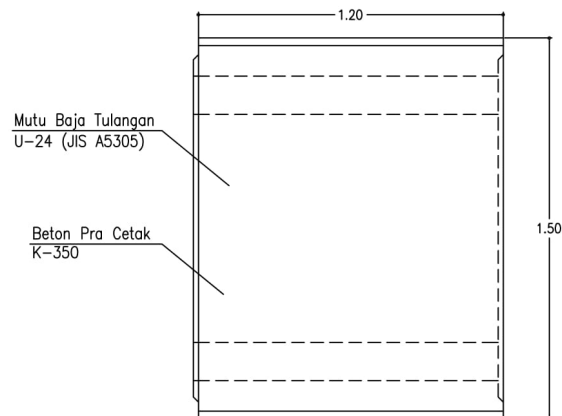


POTONGAN A - A
Skala 1 : 50

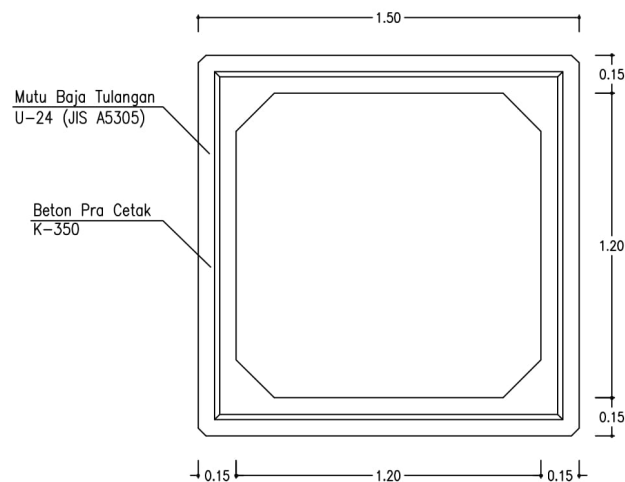


 **DENAH CHECKDAM 1**
Skala 1 : 100

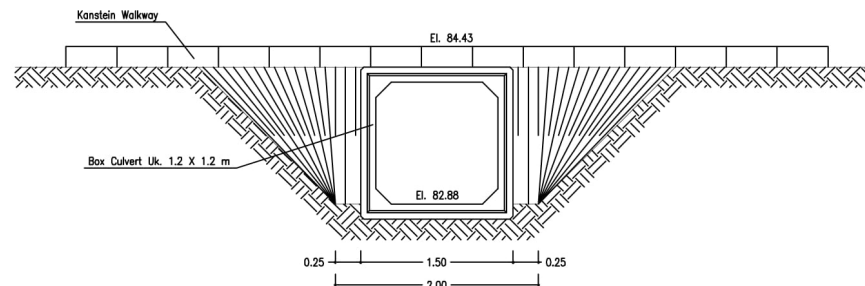
No.Rev.	Tgl.	yang direvisi	digambar	diperiksa	disetujui



TAMPAK SAMPING
Skala 1 : 25




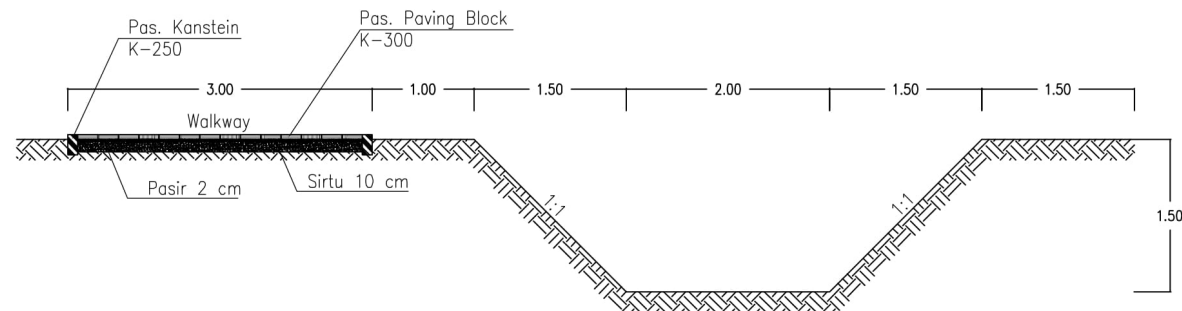
TAMPAK DEPAN
Skala 1 : 25



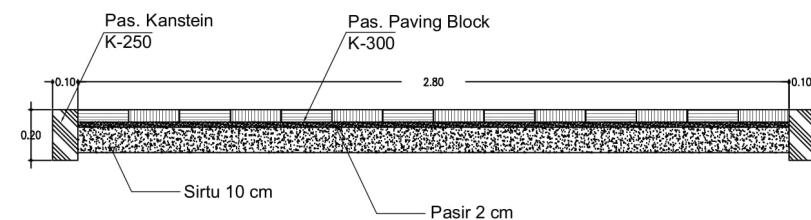
TYPICAL TEROWONGAN SAL. GENDONG
Skala 1 : 50

No.	Rev.	Tgl.	yang direvisi	digambar	diperiksa	dietujui

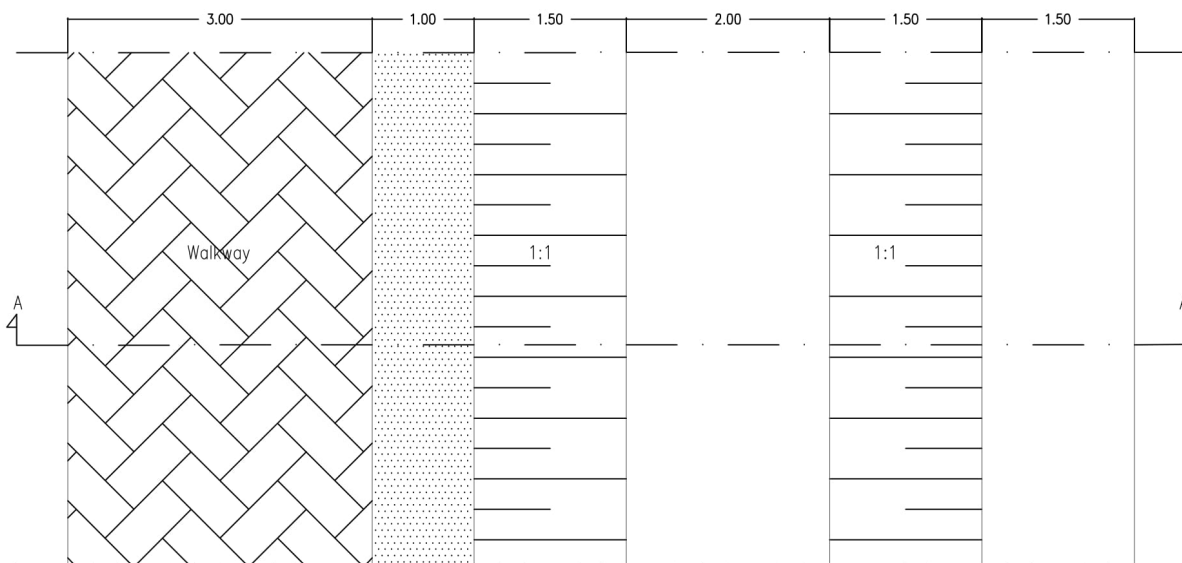
 KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI PEMALI JUANA SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SDA PEMALI JUANA Jl. Brigjen S. Sudarto No. 375 Semarang Telp. (024) 8723212, Fax. (024) 8722239			Propinsi : Jawa Tengah	
Nama Gambar :			Pekerjaan :	
Typikal Terowongan Saluran Gendong dan Detail Box Culvert			Studi Khusus Bendungan Simo Kab. Grobogan	
			Kabupaten : Grobogan	
			No. Lembar : 62	
			No. Register : 1 - 0 - 05 - 62	
			Tanggal :	
			No. kontrak :	
			1 Agustus 2018	
			KUI.03.1/Ae.7.14/SATKER OPSDA/ KNT/DOBP/01/2018	
Diperiksa	Ketua Direksi Pekerjaan	Pranu Arisanto, ST., MT		
Disetujui	PPK. Operasi dan Pemeliharaan SDA I	Wahyu Apri Yoga, S.T., MT		
Mengetahui	Kabid. Operasi dan Pemeliharaan	V. Untoro Kurniawan, ST., MM., MT		



POT. A - A
Skala 1 : 50





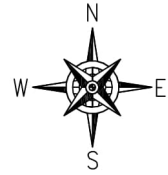
Detail Walkway
Skala 1 : 20



Denah Walkway
Skala 1 : 50

No. Rev.	Tgl.	yang direvisi	digambar	diperiksa	dibuat

 <div>KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI PEMALI JUANA SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SDA PEMALI JUANA Jl. Brigjen S. Sudarto No. 375 Semarang Telp. (024) 8723212, Fax. (024) 8722239</div>			Propinsi : Jawa Tengah										
Nama Gambar :			Pekerjaan :										
Denah, Pot. A - A, dan Detail Walkway			Studi Khusus Bendungan Simo Kab. Grobogan										
Kabupaten : Grobogan			No. Lembar : 61										
 <div>PT. ARIA JASA KONSULTAN KONSULTAN PERENCANAAN, PEMERIKSAAN & PENGENDALIAN</div>			No. Register : 1 - 0 - 05 - 61										
<table><tr><td>Draftman</td><td>M. Rizky Fadiah, Amd</td><td></td></tr><tr><td>Ketua Tim</td><td>Subagya, ST., MT</td><td></td></tr><tr><td>Direktur</td><td>Ir. Dandy A. Yani, MM</td><td></td></tr></table>			Draftman	M. Rizky Fadiah, Amd		Ketua Tim	Subagya, ST., MT		Direktur	Ir. Dandy A. Yani, MM		Tenggol : No. kontrak :	
Draftman	M. Rizky Fadiah, Amd												
Ketua Tim	Subagya, ST., MT												
Direktur	Ir. Dandy A. Yani, MM												
Diperiksa Ketua Direksi Pekerjaan Pranu Arisanto, ST., MT			1 Agustus 2018										
Disetujui PPK. Operasi dan Pemeliharaan SDA I Wahyu Apri Yoga, S.T., MT			KJU.03.1/Aa.7.14/SATKER OPSDAPU KNT/DOBP/01/2018										
Mengetahui Kabid. Operasi dan Pemeliharaan V. Untoro Kurniawan, ST., MM, MT													



KEYMAP



9203900

9203800

9203700

9203600

510400

510500

510600

510700

Rencana Perkuatan Tebing Bronjong
(Kanan - Kiri) L = 112.50 m

CP.03	
X	510 756.312
Y	9 203 834.645
Z	+ 84.500

BM.SM 03	
X	510 920.256
Y	9 203 864.588
Z	+ 84.538

BM.SM 02	
X	510 768.183
Y	9 203 767.421
Z	+ 83.493

CP.05	
X	510 774.094
Y	9 203 753.053
Z	+ 84.870

CP.06	
X	510 954.421
Y	9 203 790.158
Z	+ 83.671

CP.04	
X	510 707.158
Y	9 203 762.419
Z	+ 83.842

LEGENDA :

	: Garis Kontur		: Jalan
	: Sungai		: Kebun / Ladang
	: Grid		: Patok BM
	: Sawah		: Pizometer
	: Permukiman		: Patok Geser



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI PEMALI JUANA
SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SDA PEMALI JUANA
Jl. Brigjen S. Sudarto No. 375 Semarang Telp. (024) 8723212, Fax. (024) 8722239

Nama Gambar :

Layout Rencana Rehabilitasi Spillway dan Perkuatan
Tebing Bronjong

Draftman

M. Rizky Fadiah, Amd

Ketua Tim

Subagya, ST., MT

Direktur

Ir. Dandy A. Yani, MM

Diperiksa

Ketua Direksi Pekerjaan

Pranu Arisanto, ST., MT

Disetujui

PPK. Operasi dan Pemeliharaan SDA I

Wahyu Apri Yoga, ST., MT

Mengetahui

Kabid. Operasi dan Pemeliharaan

V. Untoro Kurniawan, ST., MM., MT

Propinsi : Jawa Tengah

Pekerjaan :

Studi Khusus Bendungan Simo
Kab. Grobogan

Kabupaten : Grobogan

No. Lembar : 39

No. Register : 1 - 0 - 04 - 39

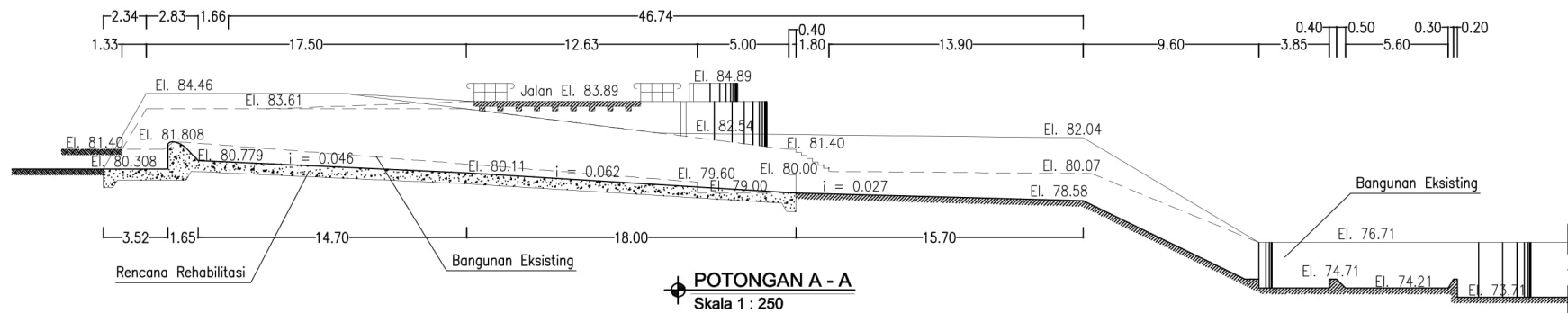
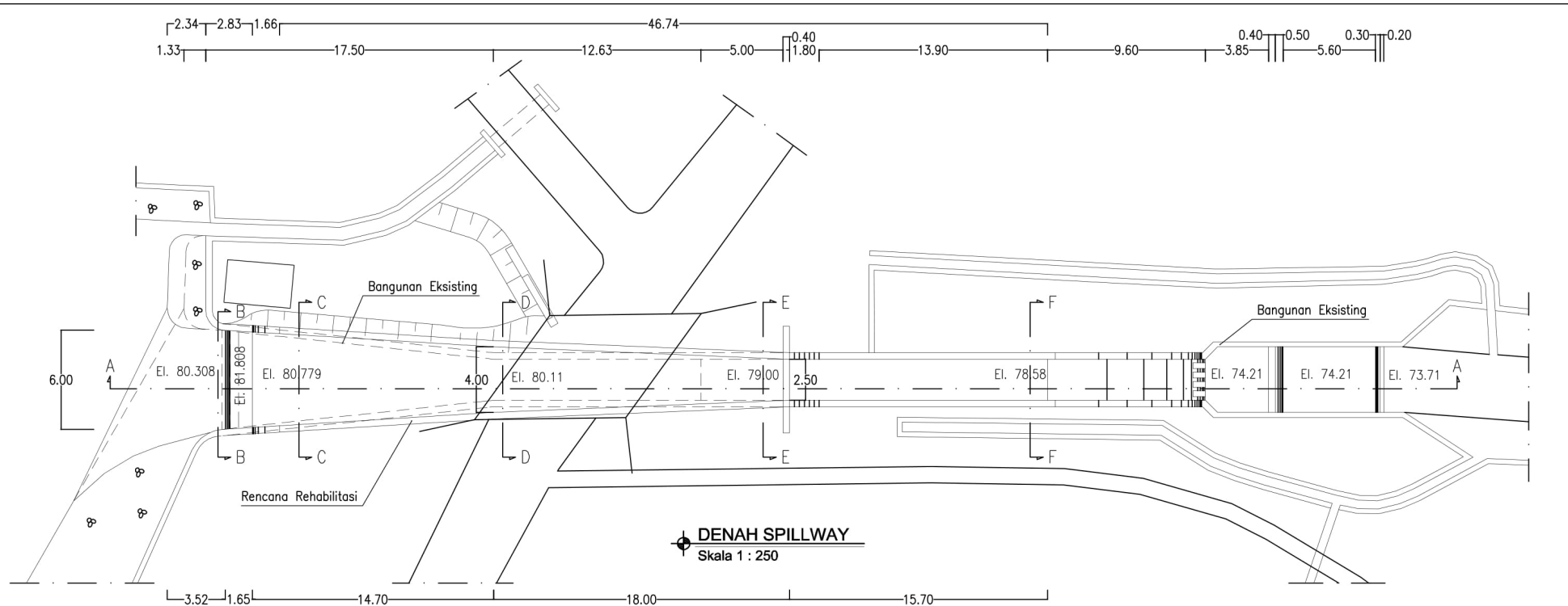
Tanggal : No. kontrak :


1
Agustus
2018

KU.03.1/Ap.7.14./BATKER-OPSDAPM
KNT/DOISP012018

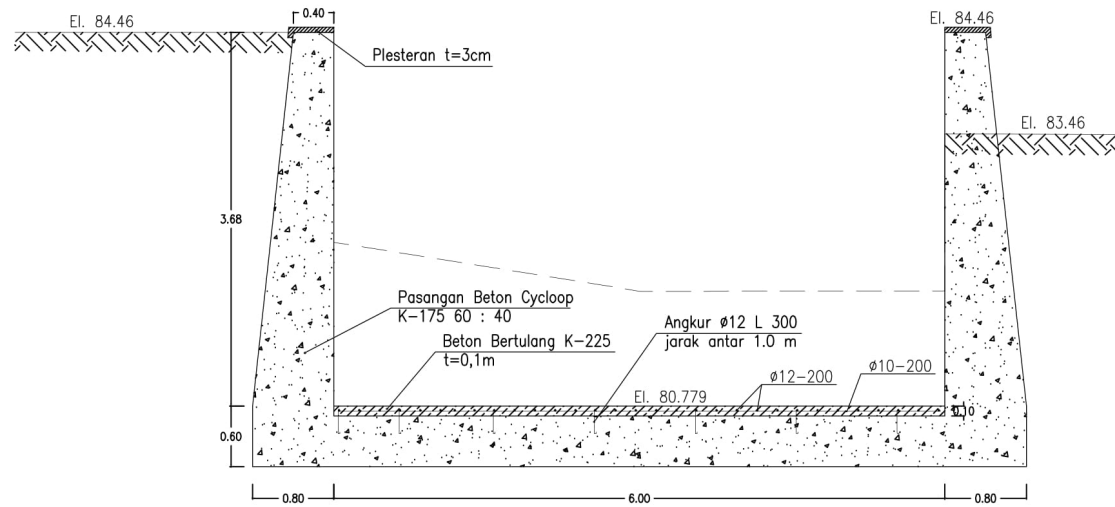


No.Rev.	Tgl.	yang direvisi	digambar	diperiksa	disetujui

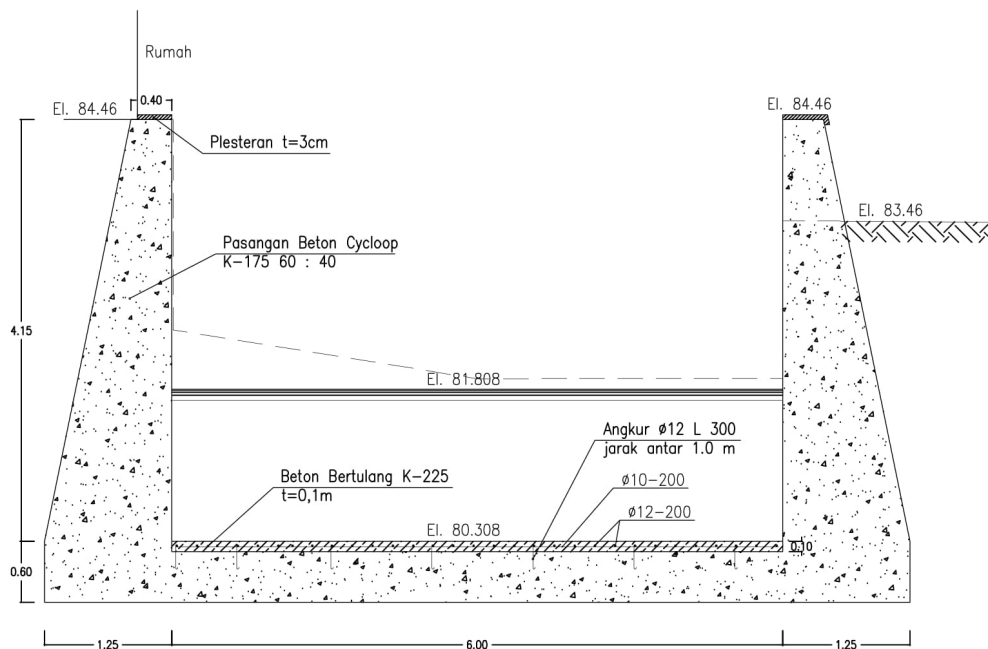


 KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI PEMALI JUANA SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SDA PEMALI JUANA Jl. Brigjen S. Sudarto No. 375 Semarang Telp. (024) 6723212, Fax. (024) 6722239			Propinsi : Jawa Tengah	
Nama Gambar :			Pekerjaan :	
Denah dan Potongan A - A Spillway			Studi Khusus Bendungan Simo Kab. Grobogan	
			Kabupaten : Grobogan	
			No. Lembar : 40	
			No. Register : 1 - 0 - 04 - 40	
			Tanggal : 1 Agustus 2018	
			No. kontrak :	
			KJ.03.1/Ap.7.14./BATKER-OPSDAPM KNT/DOISP/012018	

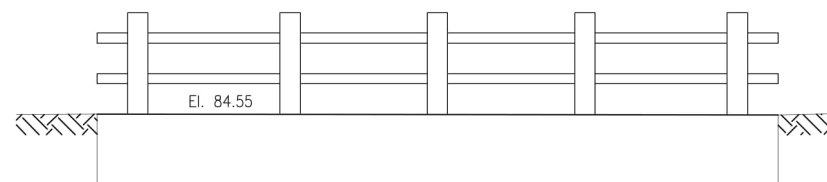
No. Rev.	Tgl.	yang direvisi	digambar	diperiksa	disetujui




POTONGAN C - C
Skala 1 : 50



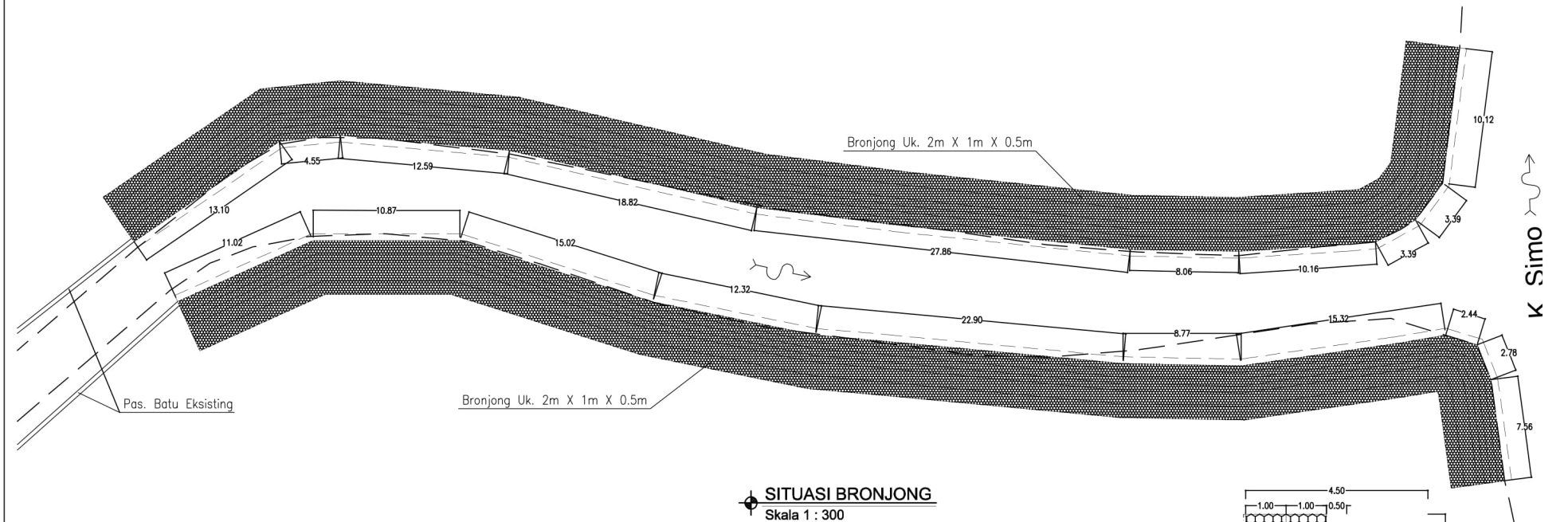
POTONGAN B - B
Skala 1 : 50



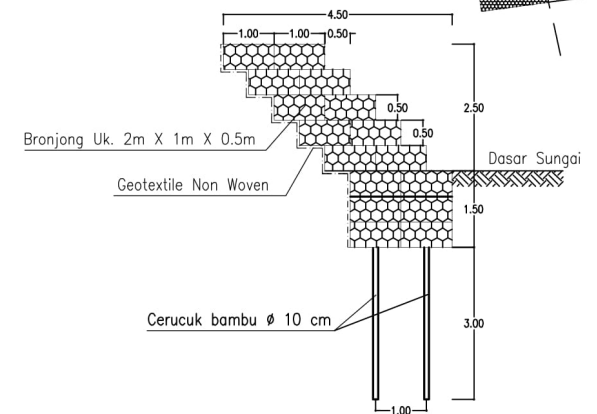
POTONGAN D - D
Skala 1 : 50

 KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI PEMALI JUANA SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SDA PEMALI JUANA Jl. Brigjen S. Sudarto No. 375 Semarang Telp. (024) 6723212, Fax. (024) 6722239				Propinsi : Jawa Tengah	
Nama Gambar :				Pekerjaan :	
Potongan B - B, Potongan C - C, dan Potongan D - D				Studi Khusus Bendungan Simo	
Spillway				Kabupaten : Grobogan	
PT. ARIA JASA KONSULTAN Ketua Tim Direktur				Kabupaten : Grobogan	
Draftman				No. Lembar : 41	
Ketua Tim				No. Register : 1 - 0 - 04 - 41	
Direktur				Tanggal : 1 Agustus 2018	
Diperiksa				No. kontrak :	
Disetujui				KUI.03.1/Ap.7.14./SATKER-OPSDAPM KNT/DOISP/012018	
Mengetahui					
Ketua Direksi Pekerjaan					
PPK. Operasi dan Pemeliharaan SDA I					
Kabd. Operasi dan Pemeliharaan					

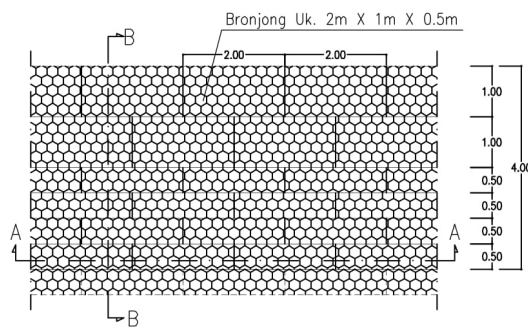
No.Rev.	Tgl.	yang direvisi	digambar	diperiksa	disetujui



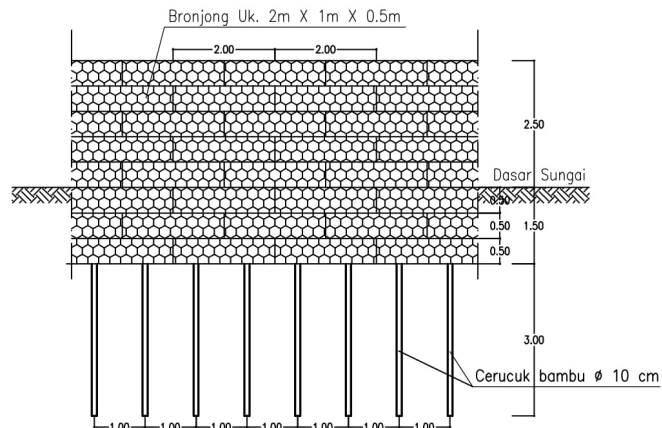
SITUASI BRONJONG
Skala 1 : 300



POTONGAN B - B
Skala 1 : 100



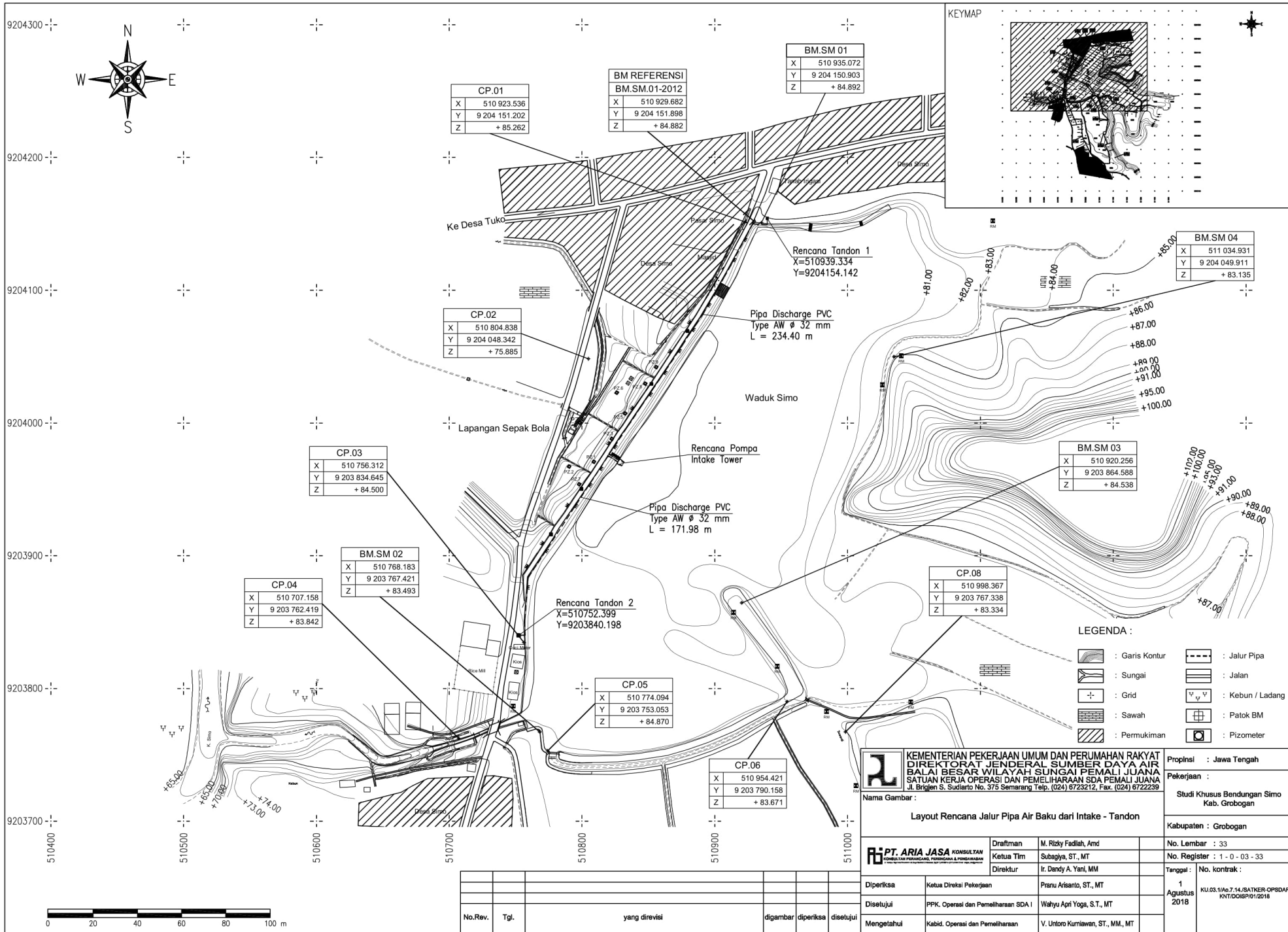
DENAH BRONJONG
Skala 1 : 100

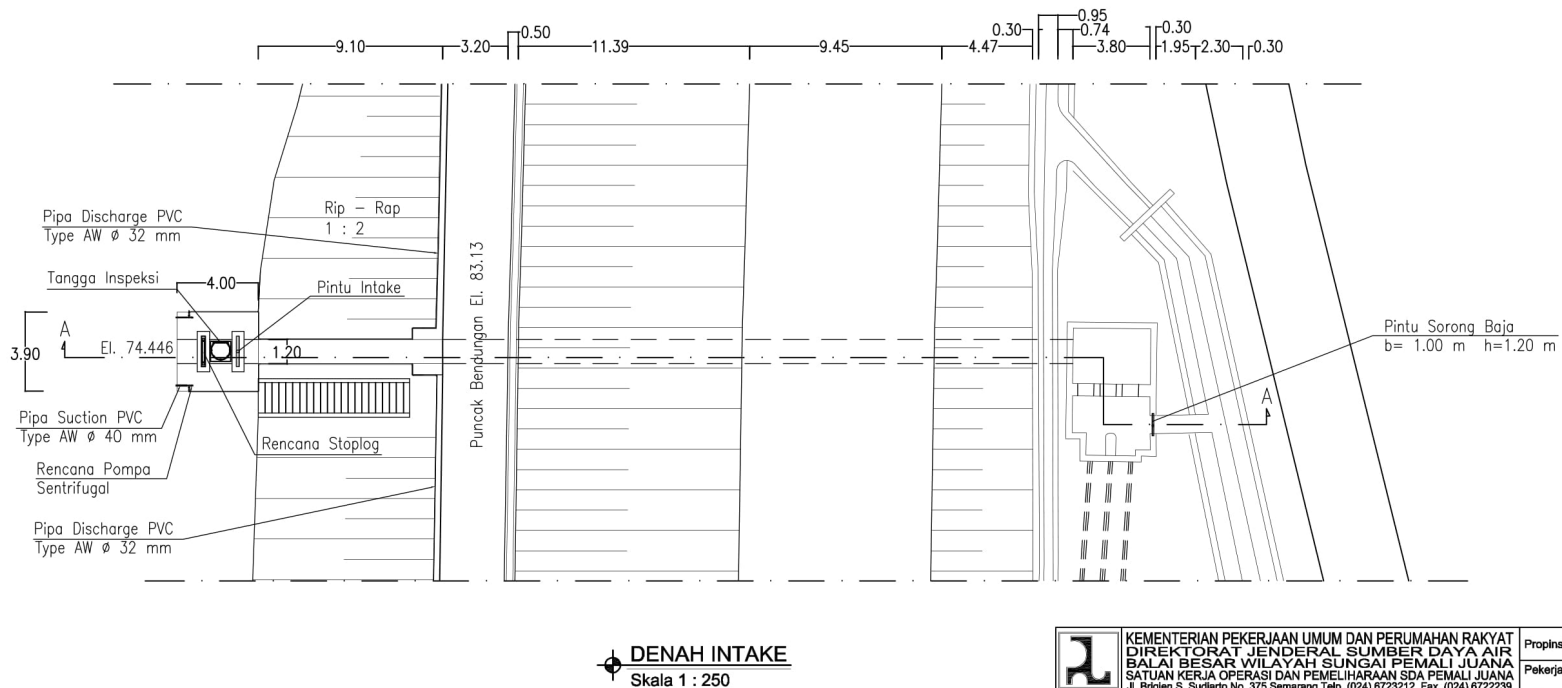
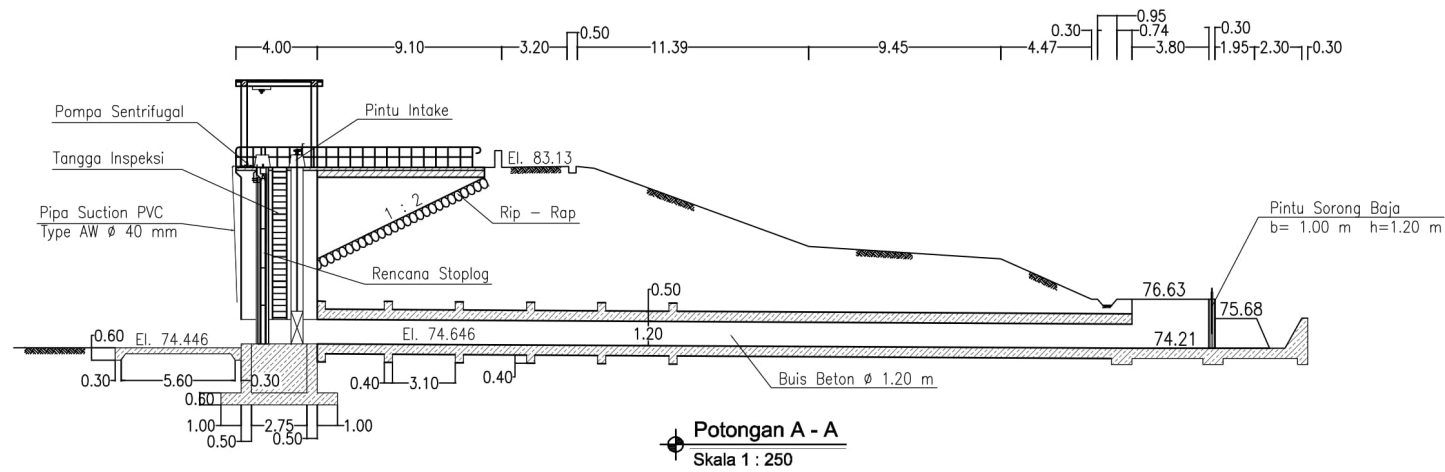



POTONGAN A - A
Skala 1 : 100

No.	Rev.	Tgl.	yang direvisi	digambar	diperiksa	dietujui

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI PEMALI JUANA SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SDA PEMALI JUANA Jl. Brigjen S. Sudarto No. 375 Semarang Telp. (024) 8723212, Fax. (024) 8722239				Propinsi : Jawa Tengah	
Nama Gambar :				Pekerjaan :	
Situasi, Denah, Potongan A - A, dan Potongan B - B Bronjong				Studi Khusus Bendungan Simo Kab. Grobogan	
Kabupaten : Grobogan				No. Lembar : 44	
PT. ARIA JASA KONSULTAN PERENCANAAN, PROJEKSI, DAN PEMELIHARAAN				No. Register : 1 - 0 - 04 - 44	
Draftman : M. Rizky Fadiah, Amd Ketua Tim : Subagya, ST., MT Direktur : Ir. Dandy A. Yani, MM				Tanggal : 1 Agustus 2018	
Diperiksa : Ketua Direksi Pekerjaan : Pranu Arisanto, ST., MT Disetujui : PPK. Operasi dan Pemeliharaan SDA : Wahyu Apri Yoga, S.T., MT Mengetahui : Kabid. Operasi dan Pemeliharaan : V. Untoro Kurniawan, ST., MM., MT				KUI.03.1/Ae.7.14/SATKER OPSDAPU KNT/DOBP/01/2018	



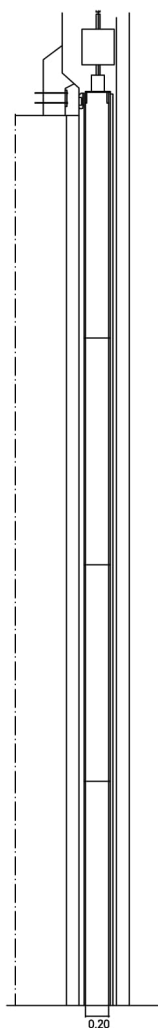
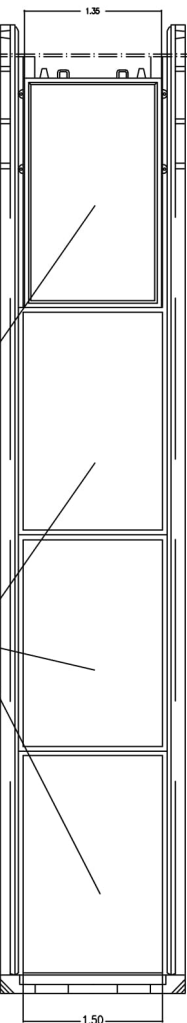


 KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI PEMALI JUANA SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SDA PEMALI JUANA Jl. Brigjen S. Sudarto No. 375 Semarang Telp. (024) 6723212, Fax. (024) 6722239		Propinsi : Jawa Tengah	
		Kabupaten : Grobogan	
Nama Gambar : Denah dan Potongan Intake Bendungan Simo		Pekerjaan : Studi Khusus Bendungan Simo Kab. Grobogan	
PT. ARIA JASA KONSULTAN JALAN TUGAL PERUMAHAN, KECAMAHAN & PERUMAHAN KECAMAHAN & PERUMAHAN		Draftman : M. Rizky Fadiah, Amd	No. Lembar : 34
Ketua Tim	Subagya, ST., MT	No. Register : 1 - 0 - 03 - 34	
Direktur	Ir. Dandy A. Yani, MM	Tanggal : 1 Agustus 2018	No. kontrak :
Diperiksa	Ketua Direksi Pekerjaan	Pranu Arisanto, ST., MT	
Disetujui	PPK. Operasi dan Pemeliharaan SDA I	Wahyu Apri Yoga, S.T., MT	
Mengetahui	Kabid. Operasi dan Pemeliharaan	V. Untoro Kurniawan, ST., MM., MT	

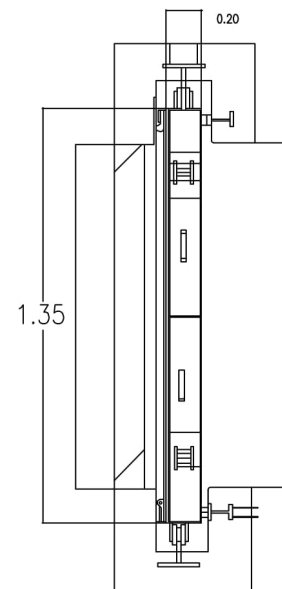
No.Rev.	Tgl.	yang direvisi	digambar	diperiksa	disetujui

Stoplog Eksisting

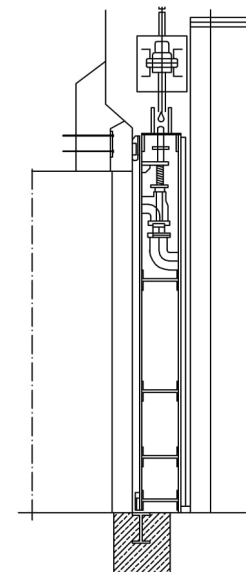
Stoplog Rencana



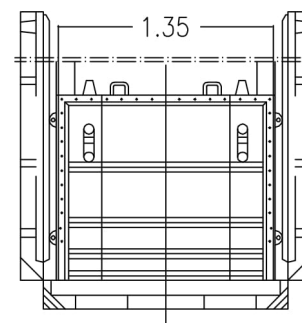
Stoplog Kondisi Terpasang
Skala 1 : 100



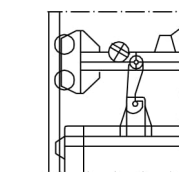
TAMPAK ATAS
Skala 1 : 100



TAMPAK SAMPING
Skala 1 : 100




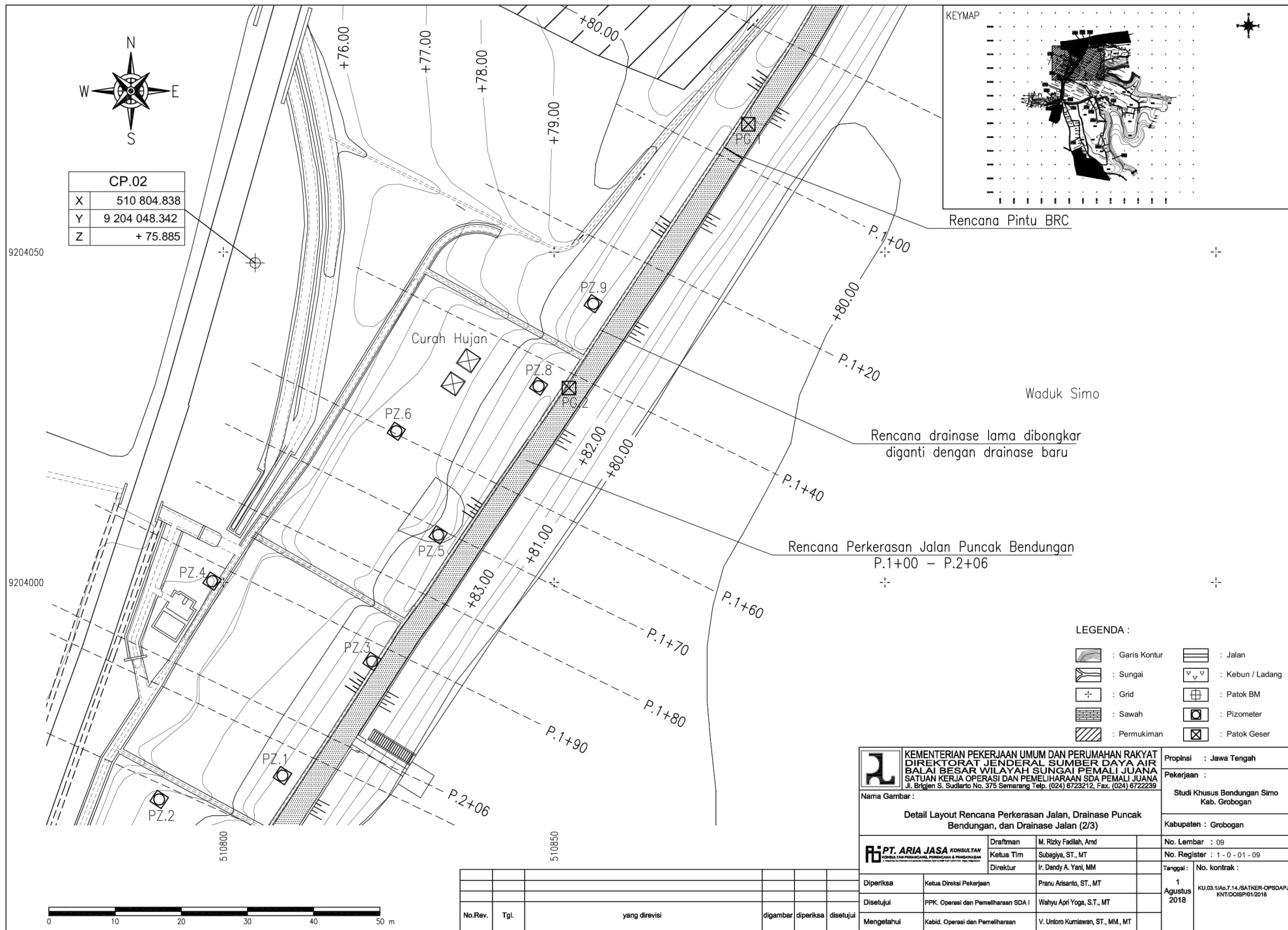
TAMPAK DEPAN
Skala 1 : 100

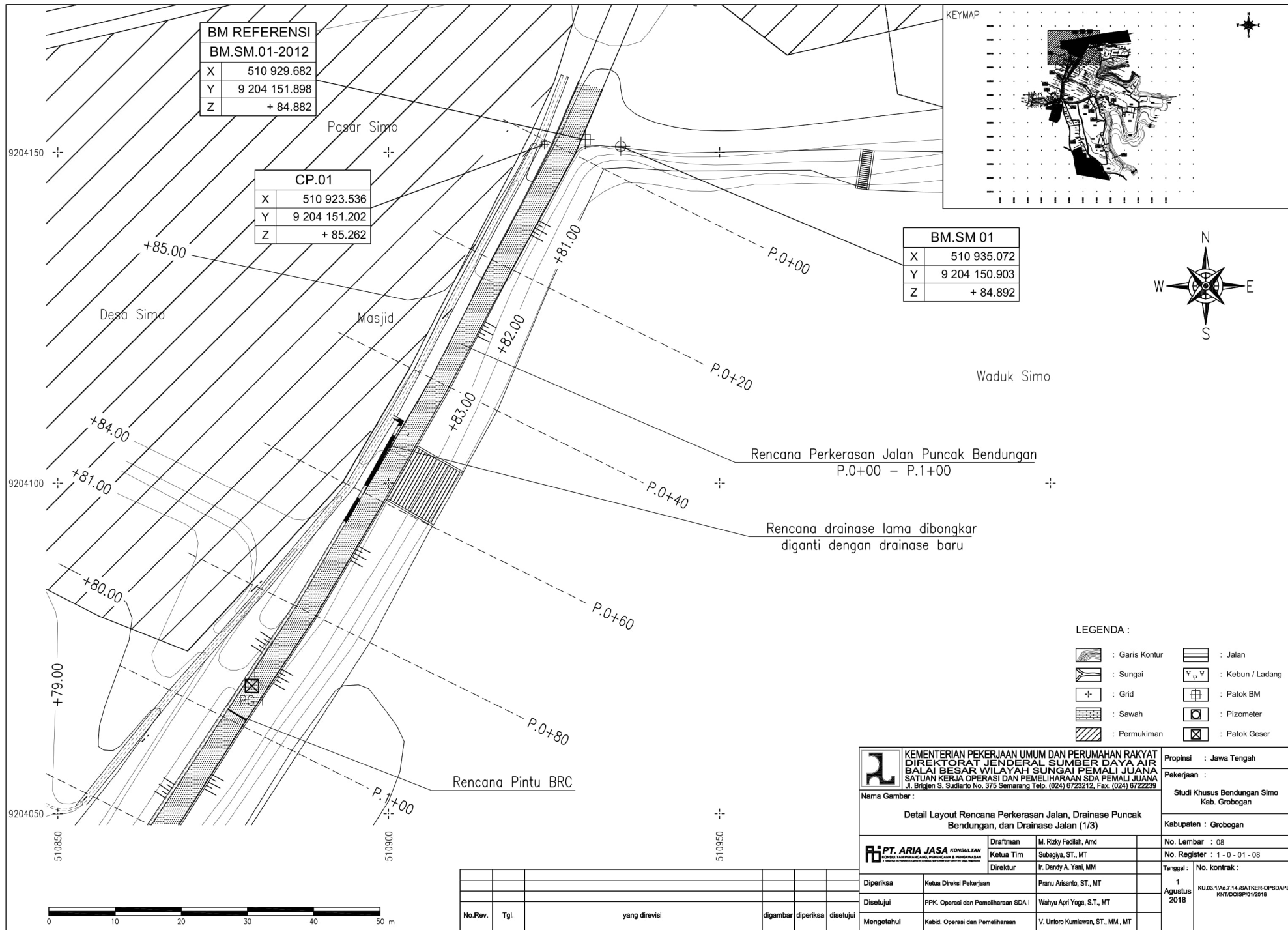


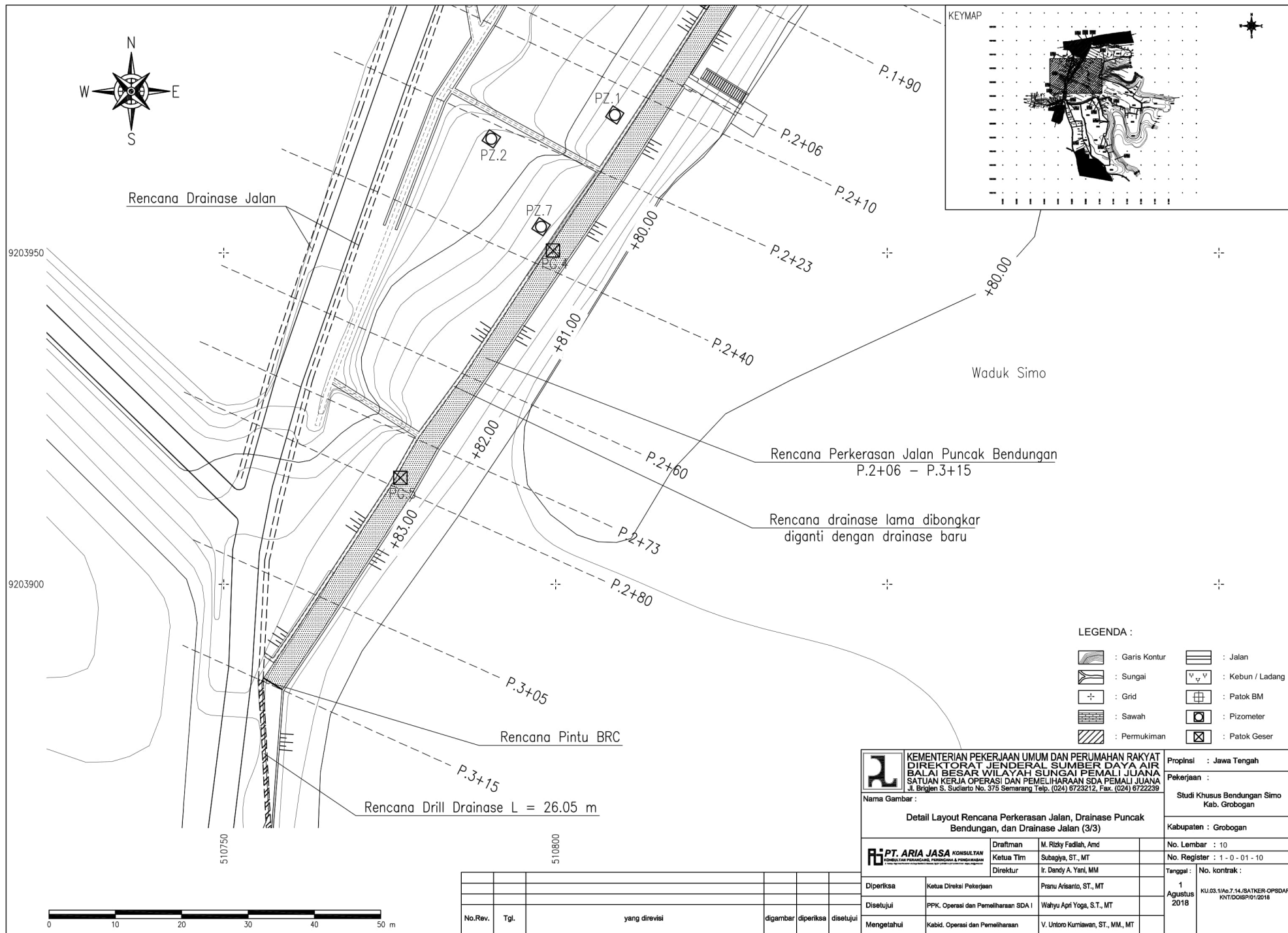
DETAIL PENGUNCI

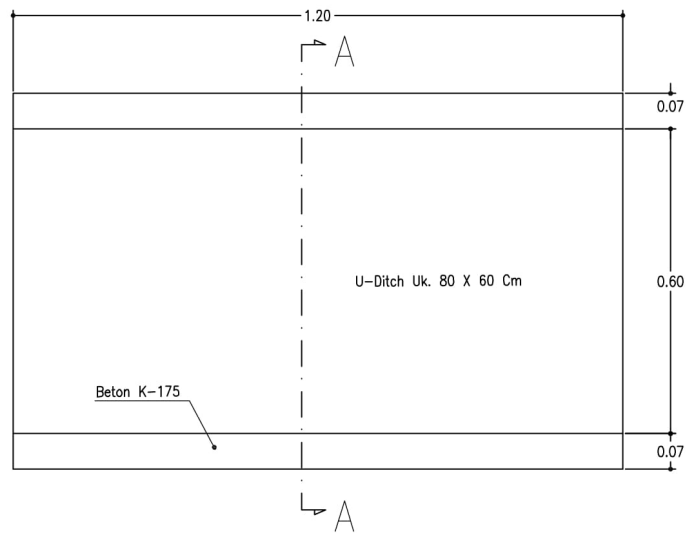
No.Rev.	Tgl.	yang direvisi	gambar	diperiksa	disetujui

 KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI PEMALI JUANA SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SDA PEMALI JUANA Jl. Brigjen S. Sudarto No. 375 Semarang Telp. (024) 6723212, Fax. (024) 6722239			Propinsi : Jawa Tengah	
Nama Gambar :			Pekerjaan :	
Rencana Stoplog Intake			Studi Khusus Bendungan Simo Kab. Grobogan	
Draftman			Kabupaten : Grobogan	
Ketua Tim			No. Lembar : 36	
Direktur			No. Register : 1 - 0 - 03 - 36	
Diperiksa			Tanggal :	
Disetujui			1 Agustus 2018	
Mengetahui			No. kontrak :	
Ketua Direksi Pekerjaan			KU.03.1/Ap.7.14./BATKER-OPSDAPU KNT/DOISP/012018	
PPK. Operasi dan Pemeliharaan SDA I				
Kabd. Operasi dan Pemeliharaan				

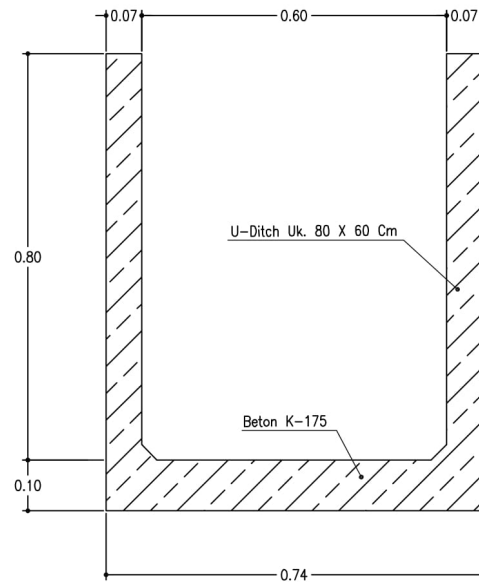




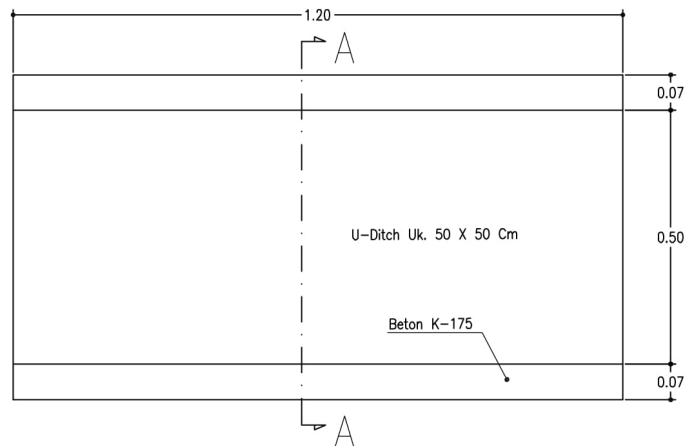




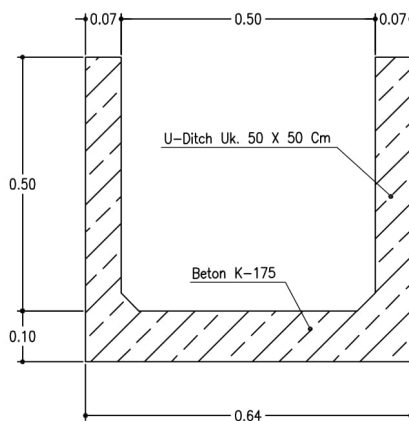
DENAH DRAINASE JALAN
Skala 1 : 10



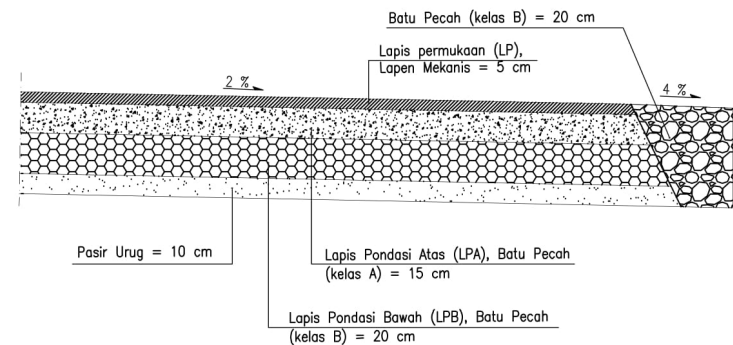
POT. A - A
Skala 1 : 10




DENAH DRAINASE PUNCAK BENDUNGAN
Skala 1 : 10



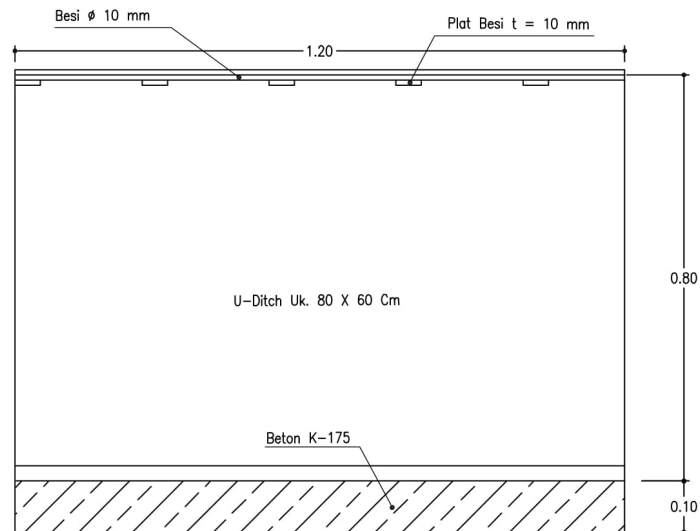
POT. A - A
Skala 1 : 10



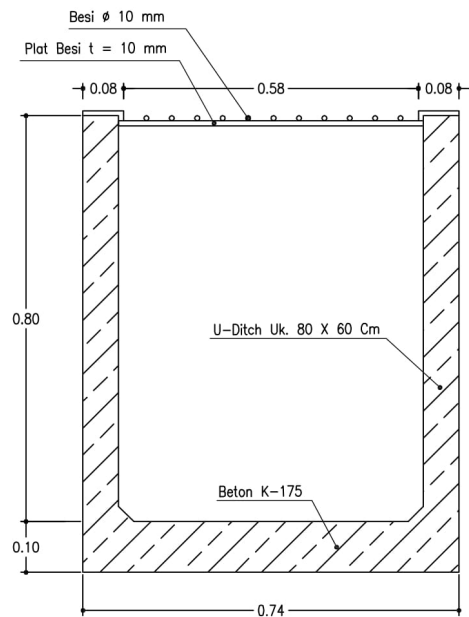
DETAIL PERKERASAN JALAN
Skala 1 : 25

 KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI PEMALI JUANA SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SDA PEMALI JUANA Jl. Brigjen S. Sudarto No. 375 Semarang Telp. (024) 6723212, Fax. (024) 6722239			Propinsi : Jawa Tengah	
Nama Gambar :			Pekerjaan :	
Detail Drainase dan Perkerasan Jalan Bendungan			Studi Khusus Bendungan Simo Kab. Grobogan	
			Kabupaten : Grobogan	
			No. Lembar : 18	
			No. Register : 1 - 0 - 01 - 18	
			Tanggal : 1 Agustus 2018	
			No. kontrak :	
			KU.03.1/Ap.7.14./SATKER-OPSDAPM KNT/DOISP/012018	
Diperiksa	Ketua Direksi Pekerjaan	Pranu Arisanto, ST., MT		
Disetujui	PPK. Operasi dan Pemeliharaan SDA I	Wahyu Apri Yoga, S.T., MT		
Mengetahui	Kabid. Operasi dan Pemeliharaan	V. Untoro Kurniawan, ST., MM., MT		

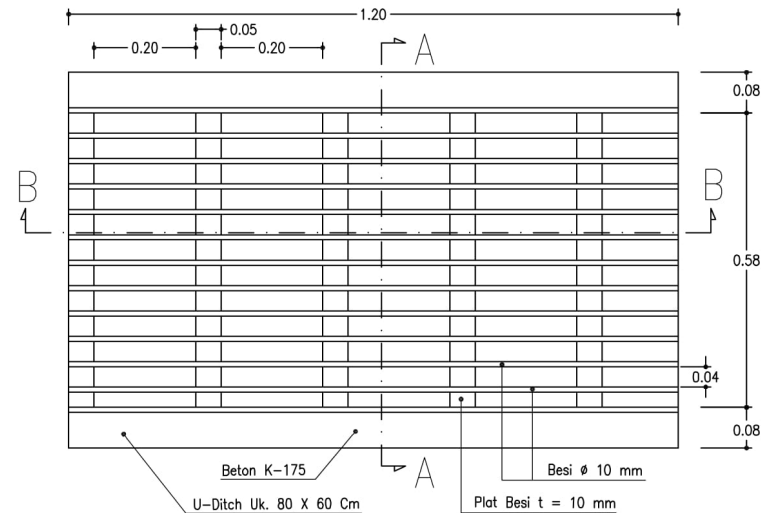
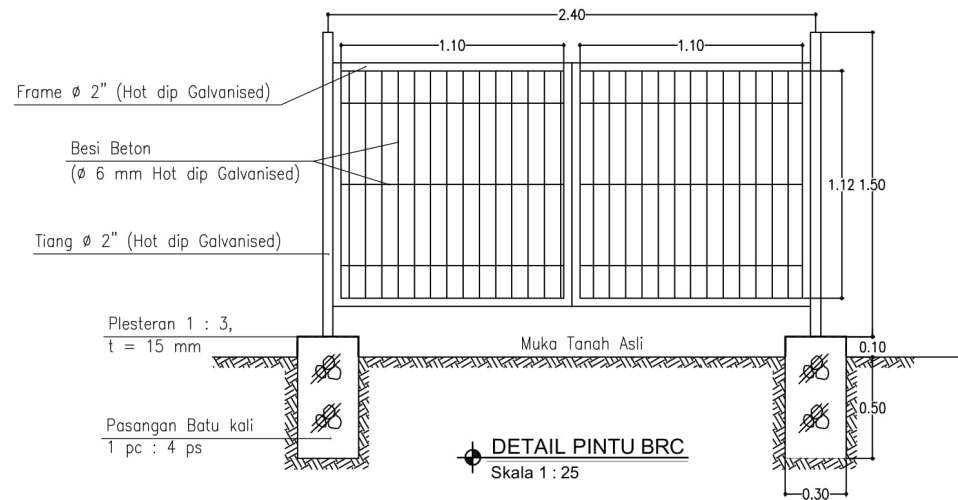
No.Rev.	Tgl.	yang direvisi	digambar	diperiksa	disetujui



POT. B - B
Skala 1 : 10




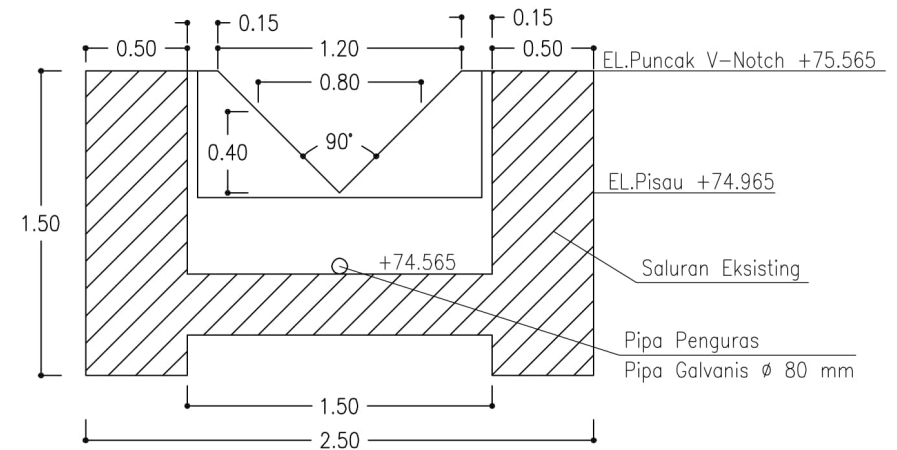
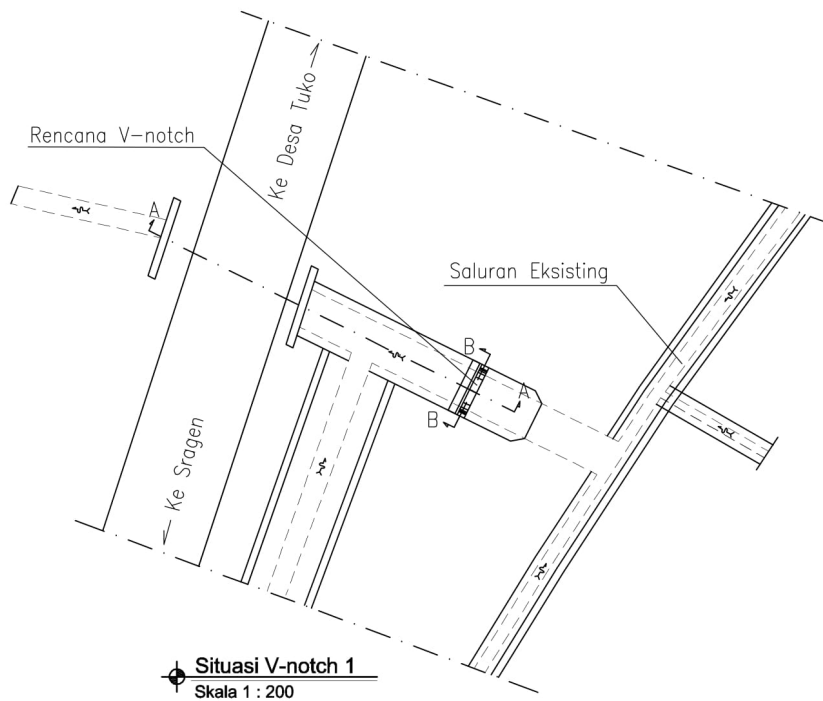
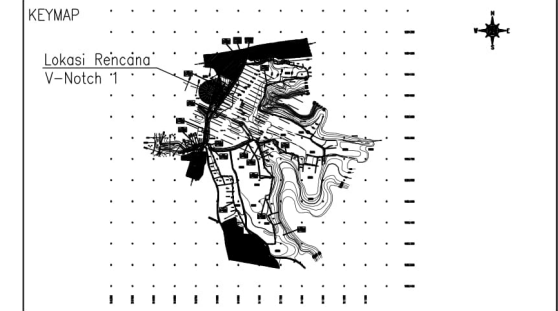
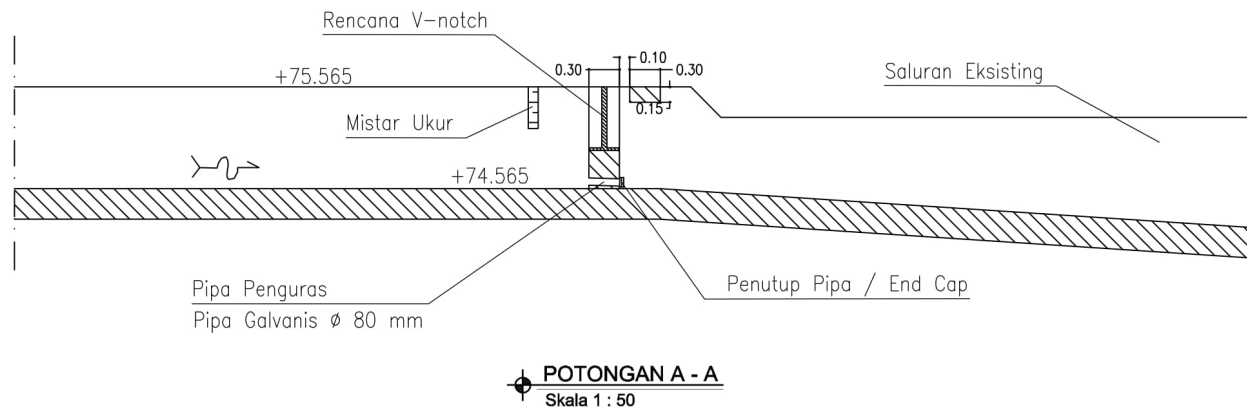
POT. A - A
Skala 1 : 10




DENAH DRILL DRAINASE
Skala 1 : 10

No. Rev.	Tgl.	yang direvisi	gambar	diperiksa	disetujui

 KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI PEMALI JUANA SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SDA PEMALI JUANA Jl. Brigjen S. Sudarto No. 375 Semarang Telp. (024) 6723212, Fax. (024) 6722239			Propinsi : Jawa Tengah	
Nama Gambar :			Pekerjaan :	
Denah, Pot. A - A, dan Pot. B - B Drill Drainase Jalan dan Detail Pintu BRC			Studi Khusus Bendungan Simo Kab. Grobogan	
PT. ARIA JASA KONSULTAN PENGADAAN PERUSAHAAN, PERENCANAAN & PENGENDALIAN			Kabupaten : Grobogan	
Draftman			M. Rizky Fadiah, Amd	No. Lembar : 19
Ketua Tim			Subagya, ST., MT	No. Register : 1 - 0 - 01 - 19
Direktur			Ir. Dandy A. Yani, MM	Tanggal : 1 Agustus 2018
Diperiksa			Ketua Direksi Pekerjaan	No. kontrak :
Disetujui			PPK. Operasi dan Pemeliharaan SDA I	1 Agustus 2018
Mengetahui			Kabid. Operasi dan Pemeliharaan	KU.03.1/Ap.7.14./BATKER-OPS/DAPI/KNT/DOIS/01/2018
			Pranu Arisanto, ST., MT	
			Wahyu Apri Yoga, S.T., MT	
			V. Untoro Kurniawan, ST., MM., MT	

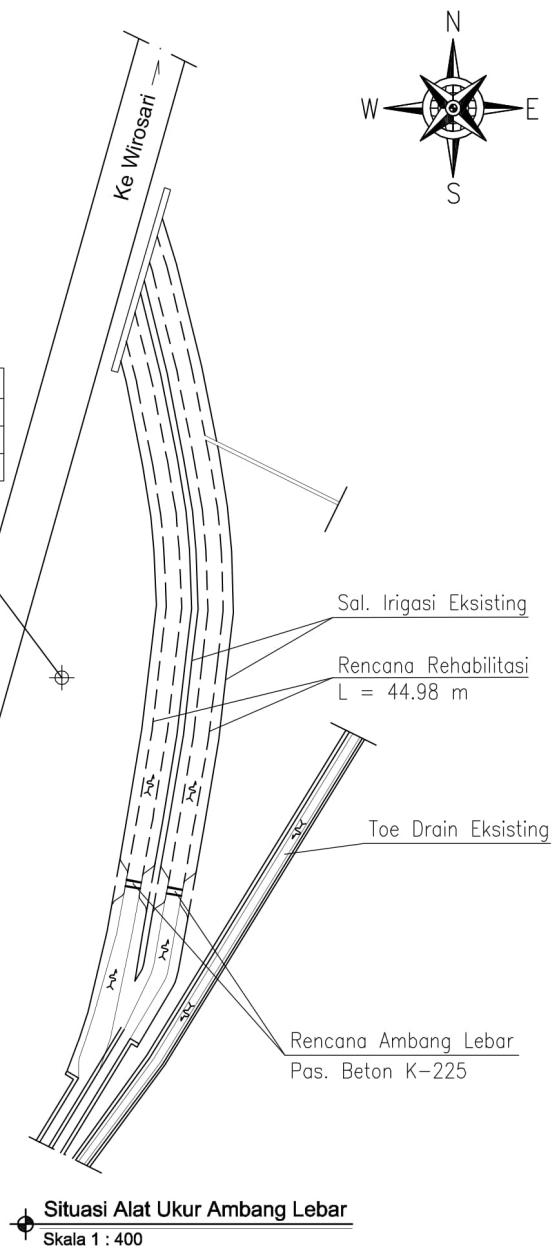


 KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI PEMALI JUANA SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SDA PEMALI JUANA <small>Jl. Brigjen S. Sudarto No. 375 Semarang Telp. (024) 6723212, Fax. (024) 6722239</small>				Propinsi : Jawa Tengah	
Nama Gambar :				Pekerjaan :	
Rencana Desain V-notch 1				Studi Khusus Bendungan Simo Kab. Grobogan	
				Kabupaten : Grobogan	
				No. Lembar : 20	
				No. Register : 1 - 0 - 01 - 20	
				Tanggal : No. kontrak :	
				1 Agustus 2018	
				KU.03.1/Ap.7.14./SATKER-OPSDAPM KNT/DOISP/01/2018	

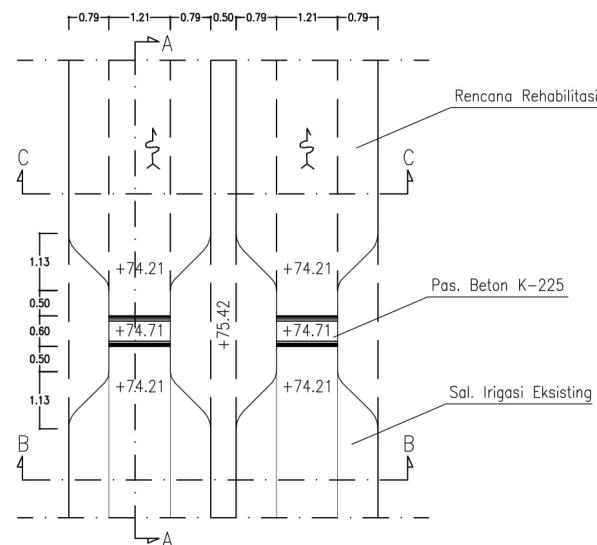
No.Rev.	Tgl.	yang direvisi	digambar	diperiksa	disetujui

Diperiksa	Ketua Direksi Pekerjaan	Pranu Arisanto, ST., MT
Disetujui	PPK. Operasi dan Pemeliharaan SDA I	Wahyu Apri Yoga, S.T., MT
Mengetahui	Kabid. Operasi dan Pemeliharaan	V. Untoro Kurniawan, ST., MM., MT

CP.02	
X	510 804.838
Y	9 204 048.342
Z	+ 75.885

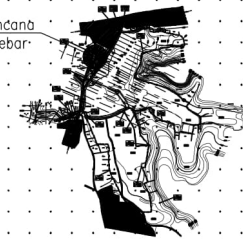




Situasi Alat Ukur Ambang Lebar
Skala 1 : 400



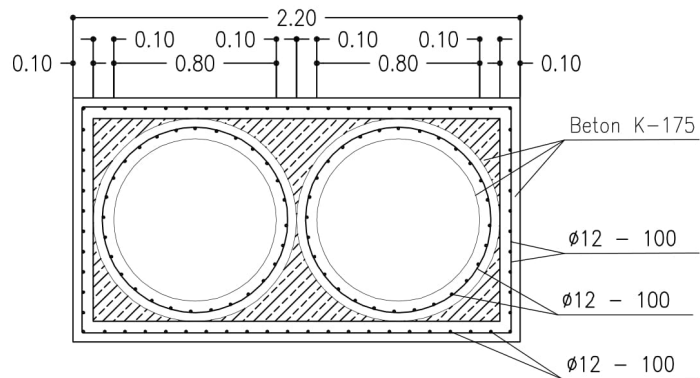
DENAH AMBANG LEBAR
Skala 1 : 100

KEYMAP

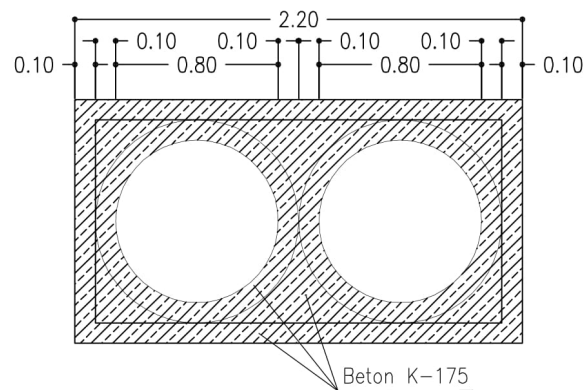
Lokasi Rencana
Ambang Lebar

	KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI PEMALI JUANA SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SDA PEMALI JUANA Jl. Brigjen S. Sudarto No. 375 Semarang Telp. (024) 6723212, Fax. (024) 6722239			Propinsi : Jawa Tengah	
	Nama Gambar : Situasi dan Denah Ambang Lebar			Pekerjaan : Studi Khusus Bendungan Simo Kab. Grobogan	
Kabupaten : Grobogan					
No. Lembar : 22					
No. Register : 1 - 0 - 01 - 22					
	PT. ARIA JASA KONSULTAN KONSULTAN PERENCANAAN, PERENCANAAN & PERENCANAAN			Tanggal :	
	Draftman	M. Rizky Fadilah, Amd		1 Agustus 2018	
	Ketuis Titm	Subagya, ST., MT		No. kontrak :	
	Direktur	Ir. Dandy A. Yani, MM		KUI.03.1/Ap.7.14./SATKER-OPSDAPM KNT/DOISP/01/2018	
Diperiksa	Ketua Direksi Pekerjaan	Pranu Arisanto, ST., MT			
Disetujui	PPK. Operasi dan Pemeliharaan SDA I	Wahyu Api Yogi, ST., MT			
Mengetahui	Kabid. Operasi dan Pemeliharaan	V. Untoro Kumiawan, ST., MM., MT			

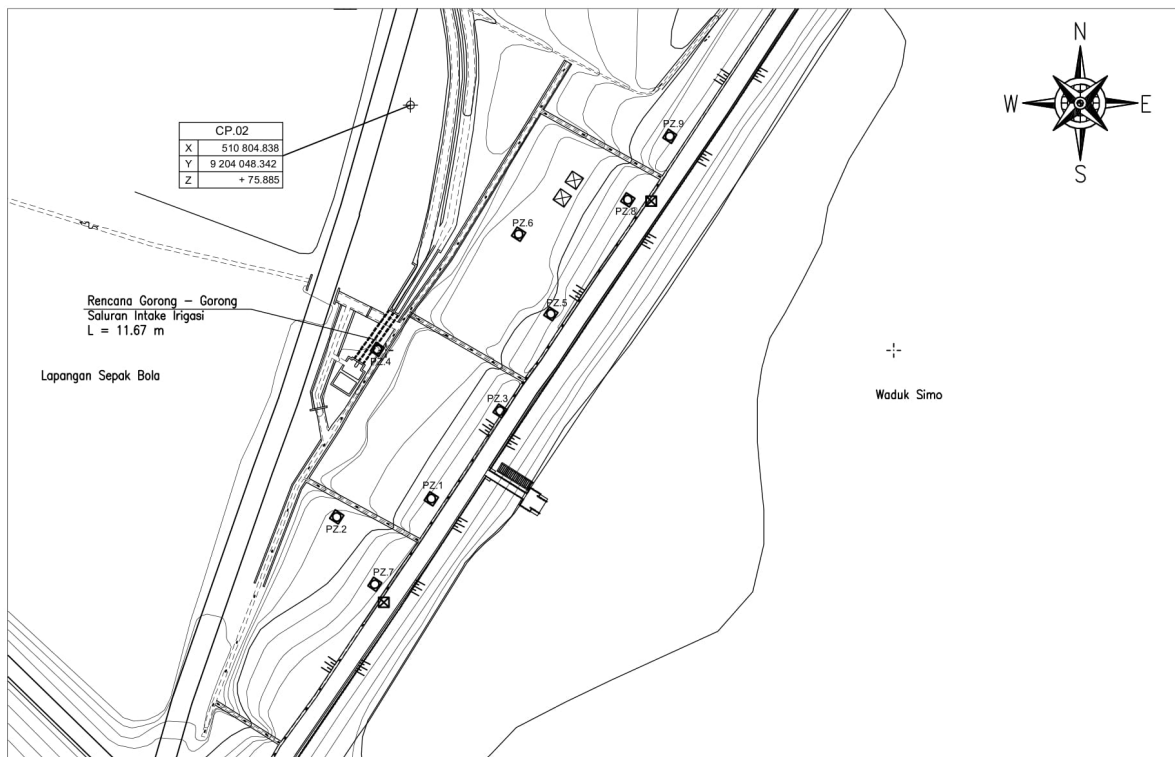
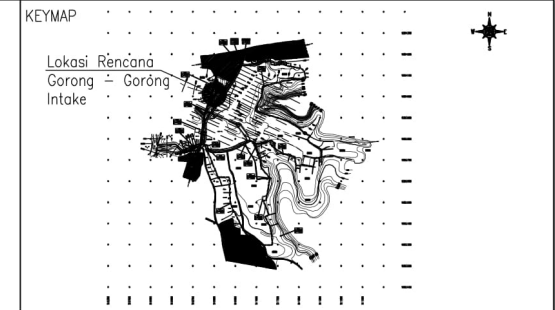
No. Rev.	Tgl.	yang direvisi	digambar	diperiksa	disetujui



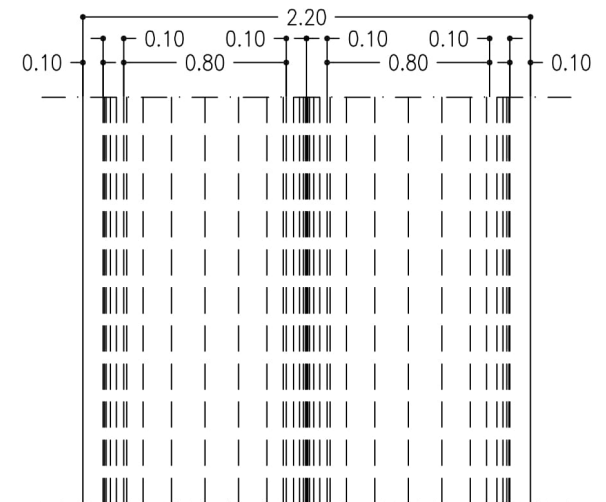
POT. PENULANGAN A - A
Skala 1 : 25



POTONGAN A - A
Skala 1 : 25





SITUASI GORONG - GORONG INTAKE
Skala 1 : 1.000



DENAH GORONG - GORONG INTAKE
Skala 1 : 25

No. Rev.	Tgl.	yang direvisi	gambar	diperiksa	disetujui

 <div>KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI PEMALI JUANA SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SDA PEMALI JUANA Jl. Brigjen S. Sudarto No. 375 Semarang Telp. (024) 6723212, Fax. (024) 6722239</div>	Nama Gambar :		Propinsi : Jawa Tengah									
	Situasi, Denah, Pot. A - A, dan Pot. Penulangan A - A Saluran Gorong - Gorong Intake		Pekerjaan : Studi Khusus Bendungan Simo Kab. Grobogan									
	<div><div>PT. ARIA JASA KONSULTAN KONSULTAN PEMERANGKAIAN, PERENCANAAN & PEMERAWATAN</div></div> <table><tr><td>Draftman</td><td>M. Rizky Fadiah, Amd</td><td>No. Lembar : 24</td></tr><tr><td>Ketua Tim</td><td>Subagya, ST., MT</td><td>No. Register : 1 - 0 - 01 - 24</td></tr><tr><td>Direktur</td><td>Ir. Dandy A. Yani, MM</td><td>Tanggal : 1 Agustus 2018</td></tr></table>		Draftman	M. Rizky Fadiah, Amd	No. Lembar : 24	Ketua Tim	Subagya, ST., MT	No. Register : 1 - 0 - 01 - 24	Direktur	Ir. Dandy A. Yani, MM	Tanggal : 1 Agustus 2018	Kabupaten : Grobogan
Draftman	M. Rizky Fadiah, Amd	No. Lembar : 24										
Ketua Tim	Subagya, ST., MT	No. Register : 1 - 0 - 01 - 24										
Direktur	Ir. Dandy A. Yani, MM	Tanggal : 1 Agustus 2018										
Diperiksa	Ketua Direksi Pekerjaan	Pranu Arisanto, ST., MT	No. kontrak :									
Disetujui	PPK. Operasi dan Pemeliharaan SDA I	Wahyu Apri Yoga, ST., MT	KU.03.1/Ap.7.14./SATKER-OPS/DAPI KNT/DOISP/012018									
Mengetahui	Kabid. Operasi dan Pemeliharaan	V. Untoro Kurniawan, ST., MM., MT										

